

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Recinto Universitario Simón Bolívar
Facultad de Electrotecnia y Computación



Monografía para Optar al Título de Ingeniero Eléctrico

Título:

“Auditoria Eléctrica en las Instalaciones de Agro Sacos SA ubicada en
el Km 13 Carretera Nueva a León, Municipio de Ciudad Sandino,
Managua”

Elaborado por:

Br. Jaime Jesús Paiz Ramírez
Br. Jessy Alexandra Acosta Angulo

Tutor:

Ing. Carlos Abraham Pérez Méndez

Managua, Nicaragua Octubre del 2017

Hay una Fuerza Motriz más Poderosa que el Vapor,
la Electricidad y la Energía atómica: “La Voluntad” :

Albert Einstein

Dedicatoria

A Nuestro Padre Celestial, por darnos el don de la vida y por permitirnos culminar nuestros estudios profesionales.

A nuestro Padres por ser nuestro ejemplo de superación, quienes a lo largo de nuestra vida nos han guiado y apoyado con su cariño y compromiso, para llegar hacer unos Profesionales en la Vida.

A nuestro Tutor Ing. Carlos Abraham Pérez Méndez por su apoyo incondicional, en el desarrollo de este trabajo monográfico.

Agradecimientos

Agradecemos eternamente a Dios por que nos regaló la vida, voluntad y fortaleza para culminar nuestros estudios profesionales.

A nuestros Padres por su apoyo incondicional a lo largo de la Carrera.

De igual manera le agradecemos a nuestro Tutor Ing. Carlos Pérez, por ser nuestro guía y amigo en el desarrollo de este trabajo monográfico y ser una persona interesada en apoyarnos con sus conocimientos para el desarrollo investigativo de este trabajo.

De igual forma le agradecemos al docente Ing. Ramiro Arcia Lacayo, por su ayuda incondicional a la hora de realizar nuestro protocolo monográfico.

Agradecemos también a las Autoridades de Agro Sacos S.A, por permitirnos en realizar este trabajo monográfico en sus instalaciones.

A todos nuestros compañeros y amigos por su apoyo incondicional y que estuvieron con nosotros en el arduo estudio de la carrera de Ingeniería Eléctrica.

Resumen del Tema

El presente documento muestra los resultados obtenidos de la auditoria eléctrica, efectuada en la empresa Agro Saco S.A, la cual se encuentra ubicada en el Km 13 Carretera Nueva a León, Municipio de Ciudad Sandino, Managua.

El desarrollo de la auditoria eléctrica, se estructuró en tres etapa: la primera etapa muestra una breve introducción de la producción y de la maquinarias que se ocupan para realizar la materia prima, pliego tarifario vigente con la tarifa correspondiente acorde de su nivel potencial eléctrica instalada (KW).

La segunda etapa presenta las actividades propias de la fase de Pre Diagnostico comprende reconocimiento preliminar de las instalaciones físicas de la empresa, realizando un estudio previo de su geometría.

La tercera etapa corresponde al diagnóstico, se describe en el tercer capítulo, donde se presenta el estado actual de las instalaciones eléctricas y equipos. Con el objetivo de diagnosticar la problemática existente en el sistema eléctrico, a través de la medición de parámetros eléctricos en los alimentadores y el levantamiento de información técnica. Declarando las propuestas de mejora sobre la base de las cargas que originan consumos innecesarios de energía eléctrica, desde el punto de vista técnico y económico.

Contenido

Introducción	1
Antecedentes	3
Justificación	5
Objetivos	6
Objetivo General	6
Objetivos Específicos.....	6
Marco Teórico	7
Etapa 1	14
Generalidades	14
1.1 Recopilación de Datos en el Recorrido de la Planta.....	15
1.2 Memoria descriptiva de la producción	16
1.2.1 Obtención de la materia prima	16
1.2.2 Proceso de extrusión	16
1.2.3 Proceso de textil	16
1.2.4 Proceso de impresión	16
1.2.5 Proceso de laminación	16
1.2.6 Proceso de costura	17
1.2.7 Proceso de prensa	17
1.3 Análisis de la Información	17
1.4 Características generales del sistema eléctrico.	18
1.5 Instrumento de Medición	- 19 -
1.5 Tarifas Eléctricas.....	- 21 -
Etapa 2	- 24 -
Fase de Pre-Diagnostico	- 24 -
2.2 Censo de Cargas	- 25 -
Iluminación.....	- 33 -
2.1.1 Energía Consumida con la capacidad del Banco de Transformador.....	- 37 -
2.2 Sistematización de la Información	- 39 -
2.2.1 Pliego Tarifario	- 39 -
2.3 Facturación.....	- 40 -
2.3.1 Demandas según Facturación	- 45 -

Etapa 3.....	- 48 -
Fase de Diagnostico	- 48 -
3.1 Cambio de Tarifa	- 49 -
3.2 Costo Técnico Económico Basado en el Costo del Saco.....	- 51 -
3.3 Programas y mediciones del Analizador de Redes.....	- 52 -
3.4 Análisis de la calidad de energía de la empresa AgroSaco S.A.....	- 52 -
Gráfica #1 registro de voltaje por fase	- 52 -
Gráfica #2 registro de corriente por fase	- 54 -
Gráfica #3 registro de potencia por fase.....	- 55 -
Gráfica #4 registro de factor de potencia por fase	- 56 -
3.4 Recomendaciones	- 57 -
Iluminación.....	- 57 -
Equipos de Climatización.	- 58 -
Motores.....	- 58 -
Sistema Eléctrico	- 59 -
CONCLUSIONES	- 60 -
ANEXO.....	- 62 -
Lista Bibliográfica.....	72
Artículo De Pagina Web	72

Introducción

El presente trabajo investigativo presenta los hallazgos, análisis y propuestas de mejoras energéticas en base a la Auditoria Eléctrica realizada en la planta de Soluciones de embalaje (Mecate y Sacos de Polipropileno), AgroSacos SA, ubicada en el Km 13 Carretera Nueva a León, Gasolinera Uno Xiloá 100m al Norte, Ciudad Sandino, Nicaragua.

Esta investigación proporciona información relevante acerca del consumo de energía actual y las posibilidades de ahorro en la instalación además propone comprender los flujos energéticos de la instalación, permitiendo que el edificio no sólo cumpla con criterios de sostenibilidad, sino que además, ahorre parte de la energía que consume en la actualidad. Esta auditoria energética será una herramienta fundamental a la hora de enfrentarse a la reducción del consumo energético. Esta nos permitirá saber que consumos son los más importantes y sobre cuales hay mayores posibilidades de ahorro. Asimismo esta auditoria energética permitirá conocer el potencial de ahorro y la rentabilidad económica de diferentes acciones.

En este marco cabe resaltar que la energía se ha convertido en uno de los pilares que soportan el desarrollo de la sociedad actual y su disponibilidad y buen uso son ya una pieza clave a la hora de determinar el éxito o el fracaso de las economías. La demanda creciente de energía, a todos los niveles, ha motivado una tendencia alcista de los precios del petróleo, así como de la energía eléctrica. Dichos factores influyen negativamente en la balanza del sector industrial por ser dependiente, como prácticamente todos los sectores, de los costes energéticos.

De los resultados presentados se desprende que la correcta implantación de las recomendaciones pueda generar un ahorro en el consumo de energía a la administración de AgroSacos. Este punto es especialmente relevante, ya que si bien es cierto este trabajo es un requisito académico, se ha decidido elegir un proyecto real con resultados aplicables y medibles y con un impacto social como característica diferencial.

Es por ello que es imprescindible una gestión energética que esté orientada a reducir los costes y aumentar la eficiencia de la instalación. La gestión energética es un procedimiento de control del consumo de energía que tiene como fin conseguir el mayor rendimiento energético posible, manteniendo el confort de los clientes y usuarios.

Esta Auditoria Eléctrica procurara la ejecución de actividades encaminadas a reducir el consumo de energía, mejorando la utilización de la misma, con el fin de proteger el medio ambiente, reforzar la seguridad del abastecimiento y crear una política energética sostenible. Se trata de utilizar mejor la energía con el objetivo de efectuar una política de eficiencia energética para fomentar comportamientos, métodos de trabajo y técnicas de producción que consuman menos energía.

En este documento se definen los antecedentes de eficiencia energética en el contexto nacional además de una justificación de la importancia de las Auditorias Eléctricas también incluye la metodología utilizada para estimar los ahorros potenciales, los objetivos que se pretenden alcanzar y el plan de gestión energética que se le presentara como propuesta para Agro Sacos SA.

Antecedentes

Cada vez y con más frecuencia en las últimas décadas se ponen en práctica las Auditorías Energéticas, dichas auditorías han permitido reducir la demanda de energía, cada día más costosa, debido al creciente aumento en el precio del combustible.

A partir del año 2007 Nicaragua viene contribuyendo a los esfuerzos globales con el medio ambiente de reducir la facturación energética del país y su impacto en el cambio climático por lo que se ha enfocado en duplicar la participación de energías renovables en la matriz energética y conjuntamente de sensibilizar a la población de hacer un uso más eficiente de la energía, además se están promoviendo las buenas prácticas de la eficiencia energética incluyendo de esta manera las Auditorías Eléctricas.

Esto ha hecho que las Auditorías Eléctricas sean cada vez más populares en Nicaragua el gobierno ha impulsado diferentes acciones de eficiencia energética tales como distribución de Lámparas Fluorescentes Compactas (LFC) en el sector Residencial, Auditorías Eléctricas el sector Público, Industria, Comercio y Servicio, campañas educativas para centros de educación primaria (estudiantes y maestros).

En Nicaragua la Corporación Interamericana de Inversiones (CII), tuvo la iniciativa de desarrollar el Programa GREENPYME Nicaragua, el cual tiene como objetivo abordar las principales barreras que obstaculizan las inversiones en medidas de eficiencia energética por parte de las empresas Nicaragüenses, de tal forma que se les pueda proporcionar servicios de asesoramiento experto como: capacitación y Auditorías Eléctricas, contribuyendo a aumentar su competitividad al reducir sus costos energéticos.

GREENPYME en conjunto con BAC y el Centro de Producción más Limpia de Nicaragua (CPmL-N), este último como operador del proyecto, dio inicio a la primera etapa del programa donde se ejecutaron un total de 70 Auditorías Energéticas Sencillas en los distintos sectores del país, financiadas totalmente por los fondos de la Corporación Interamericana de Inversiones (CII).

Además según el boletín del MEM (2012) se avanzó en la elaboración de tres anteproyectos de NTON (Normas Técnicas Obligatorias Nicaragüenses), a través de la Gestión Energética y Auditorías Energéticas coordinado con Ministerio de Fomento de la Industria y Comercio (MIFIC). Asimismo en el 2008 la Cámara De Industrias De Nicaragua (CADIN) dando continuidad con la Comisión Nacional de Energía (CNE) realizo coordinaciones con el Ministerio De Energías Y Minas, con el fin de que las empresas socias de CADIN participaran como beneficiarias del

proyecto piloto "Auditorías Energéticas Para El Sector Industrial Y Comercial", el cual dio cumplimiento al decreto presidencial **No. 2-2008 Ordenamiento De Uso De Energía**. Y el objetivo principal de este proyecto era el de promover la competitividad del sector industrial mediante la reducción de sus costos de operación por medio la reducción del consumo energético. En el mes de noviembre del 2008 con el apoyo del BID, el Ministerio De Energía Y Minas inicio la ejecución de las Auditorias, beneficiándose de las mismas un total de diez empresas socias de CADIN; entre ellas INDUSTRIAS FÁTIMA, DELICARNES, NUEVO CARNIC, MONISA, HOLCIM, INDUSTRIAS SAN MARTÍN, entre otras.

Para el año 2009 el Ministerio De Energías Y Minas elaboró 30 Auditorías Energéticas en los sectores industria, comercio y servicios. Entre ellas; Hotel Las Mercedes, ENITEL Villa Fontana, ENITEL Las Piedrecitas, Estación de Bombeo ENACAL Carazo, Molinos de Nicaragua, además realizo Auditorias Eléctricas en el sector gobierno ya que este sector representa el 18% del consumo de energía eléctrica¹, porcentaje altamente representativo lo que lo convierte en un sector prioritario para establecer e implementar medidas de eficiencia energética. Entre las recomendaciones que se le dio están; Cambio en la tarifa, reemplazo de motores, reubicación de equipos y mejoras en los procesos productivos. El rango de ahorro anual que se lograría es de entre el 3 al 22% de la facturación eléctrica y 19% de la facturación de combustible térmico.

Para identificar estas medidas, el Ministerio de Energía y Minas (MEM), a través de licitación pública, contrató los servicios de la firma MULTICONCONSULT & CIA. LTDA., para la realización de Auditorías Energéticas en una muestra de veinte (20) instalaciones de oficinas del sector público. Las Auditorías Energéticas fueron realizadas durante el período agosto 2008 – febrero 2009.

Todo esto con el fin de que sirvan en el desarrollo de líneas de financiamiento para la inversión y posterior implementación en medidas de ahorros identificadas, para la reducción de costos a través de un mejor manejo energético: reducción de los indicadores de consumo y reducción del impacto ambiental: reducción de las emisiones de CO2.

¹ Estudio de Línea Base y Potencial de Ahorro de Energía en sectores productivos. USAID/ MARENA/ MEM/PA Consulting Group/Multiconsult y Cia. Ltda. Abril 2008

Justificación

El consumo de energía es uno de los grandes medidores de bienestar social, bienestar que toda nación busca intensamente, esta presión por la demanda de energía conduce a un crecimiento explosivo a escala mundial, como consecuencia estamos emitiendo demasiados gases de efecto invernadero que provocan el cambio climático.

Según datos del Anuario Estadístico del Sector Eléctrico (2013), en Nicaragua un 56.96% de la energía eléctrica proviene de la energía térmica generada a base de fuel oil y diésel, por tanto aún dependemos de factores externos que determinan el precio del petróleo y esto a su vez repercute en el precio de la electricidad en el país.

Ser más eficiente energéticamente nos ayudará a garantizar la disminución de la dependencia hacia otros países por fuentes energéticas externas, además lograríamos un ahorro significativo al reducir el consumo energético porque se gasta menos en la obtención de la misma, así como en la optimización de procesos y la reducción del efecto invernadero.

El modelo actual de desarrollo basado en el consumo de energía no se puede mantener. La época de la energía barata ha pasado a la historia, es por eso que es necesario un nuevo modelo basado en el desarrollo sostenible y aprovechamiento de los recursos así también como el uso eficiente de la energía.

Es por ello que AgroSacos S.A al ser una empresa industrial estrictamente dependiente de energía eléctrica tiene que estar en busca de disminuir el costo de producción todo lo posible para poder llegar a ser realmente competente en un mercado que cada vez se torna más adverso para las empresas.

En base a la información recopilada en la instalación de Agro Sacos se espera determinar una serie de medidas las cuales al ser aplicadas reducirán los costos por consumo de energía eléctrica y se darán una serie de recomendaciones para el mantenimiento preventivo y que a su vez este garantice la vida útil de los equipos utilizados en sus procesos de fabricación e instalación eléctrica en general.

Para evolucionar hacia ese nuevo modelo energético más sostenible el gobierno así como los empresarios no deben centrarse solo en el cambio de la matriz energética sino también en fomentar el ahorro y la eficiencia energética a si también la práctica de auditorías eléctricas en todos los sistemas eléctricos del país, instalaciones del sector servicios y/o residenciales y en todas aquellas acciones que nos demanden consumo de energía.

Objetivos

Objetivo General

Realizar una Auditoria Eléctrica en las instalaciones de la empresa Agro Sacos S.A. ubicada en el Km 13 Carretera Nueva a León Ciudad Sandino, Managua, con el fin de mejorar la eficiencia y eficacia de los usos de la energía eléctrica en la empresa y reducir costos de facturación del consumo energético.

Objetivos Específicos

- Analizar las condiciones de operación de la empresa auditada, desde el punto de vista energético y proponer soluciones de uso eficiente.
- Elaborar un diagnóstico del sistema eléctrico actual y realizar un estudio de cada una de las áreas productivas de Agro Sacos considerando la información obtenida de la medición de parámetros eléctricos, censo e inventario de equipos eléctricos instalados.
- Identificar y proponer el potencial de ahorro de energía en la empresa.
- Presentar los beneficios técnicos-económicos de la auditoria eléctrica para determinar la reducción de los costos de operación y el retorno de los montos a invertir a través de un informe.

Marco Teórico

Ninguna investigación puede desarrollarse sin teoría, y en este acápite se presentan los diferentes términos que se abarcaran en la auditoria energética.

La energía eléctrica es de suma importancia para la humanidad. En la sociedad actual, la electricidad es utilizada en la iluminación y para la operación de diversos equipos tales como vídeo, sonido, aire acondicionado y sistemas de cómputo. Con la energía eléctrica se ha producido la mayoría de cosas. Por consiguiente, los disturbios y variaciones de voltaje que se producen afectan la vida de una u otra forma por tanto es necesario buscar alternativas para mecanismos que mejoren el funcionamiento en los diferentes sectores que trabajan con energía eléctrica.

Para ello entenderemos **Auditoria Eléctrica** como

Un procedimiento sistemático que sirve para obtener conocimientos adecuados del perfil de consumo de energía existente de un edificio o grupo de edificios, de una instalación industrial y/o de un servicio privado o público para determinar y cuantificar las posibilidades de un ahorro de energía rentable y elaborar un informe al respecto.

Diccionario de Términos Eléctricos y Electrónicos del IEEE (1977)

Cabe destacar que a través de la auditoria eléctrica se pretende mejorar la **Calidad de la energía** concepto que comprenderemos como “el estándar de calidad que debe tener la energía en términos de tensión o voltaje constante y de forma sinusoidal, de frecuencia de oscilación constante y de mínimas perturbaciones como armónicas y parpadeo (flicker), entre otros”.

Diccionario de Términos Eléctricos y Electrónicos del IEEE (1977)

Por tanto es pertinente aclarar algunos de los términos más utilizados y aceptados para definir los disturbios más comunes, tanto por fabricantes como usuarios de equipos de monitoreo en el campo de la calidad de la energía, se presentan a continuación:

Se encuentra el **Impulso de tensión (transitorio) definido por el** Diccionario de Términos Eléctrico Electrónicos del IEEE (1977) como “Un cambio súbito, unidireccional (positivo o negativo) en el voltaje o corriente, a una frecuencia diferente a la fundamental”.

Así mismo el Diccionario de Términos Eléctricos y Electrónicos del IEEE (1977) con relación al termino Parpadeo (**Flicker**) expresa que es: “La impresión de inestabilidad de la sensación visual debida a un estímulo luminoso en el cual la luminosidad o la distribución espectral fluctúan en el tiempo”.

Es importante dejar en claro que es **Factor de Potencia** este según el Diccionario de Términos Eléctricos y Electrónicos del IEEE (1977) se define como:

El cociente de la relación del total de watts entre el total de volt-amperes RMS (root-mean-square, valor medio cuadrático o valor efectivo), es decir, la relación de la potencia activa entre la potencia aparente. Cuando la corriente y el voltaje son funciones senoidales y Θ es el ángulo de desfaseamiento entre ellos, el coseno de Θ es el factor de potencia (fp.). Entonces el FP. Depende del desfaseamiento entre el voltaje y la corriente, que a su vez depende de la carga conectada al circuito.

Lo anterior descrito ocasiona diferentes fenómenos energéticos que también afecta la calidad energética entre los cuales encontramos la **Perturbación** como esa “Modificación de un circuito eléctrico o de sus condiciones de funcionamiento. La perturbación describe el total acontecimiento que comienza con una falla y termina con el restablecimiento de las condiciones previas de calidad y confiabilidad en el suministro eléctrico”.

Diccionario de Términos Eléctricos y Electrónicos del IEEE (1977)

Además otra de las distorsiones del factor potencia son los **Armónicos**, los cuales se entiende como:

Los armónicos son las componentes de una forma de onda distorsionada y su utilización permite analizar cualquier forma de onda periódica no sinusoidal, descomponiéndola en distintas componentes sinusoidales. El armónico cuya frecuencia corresponde al periodo de la forma de onda original se llama armónico fundamental y el armónico con frecuencia igual a "n" veces la del fundamental se llama armónico de orden "n". La presencia de armónicos en un sistema eléctrico indica por tanto una deformación de la forma de onda de la tensión o de la corriente, lo que conlleva una distribución de energía eléctrica que podría provocar el funcionamiento deficiente de los equipos.

Cuaderno de aplicaciones técnicas nº 8 (ABB s.f)

Por tanto reducir el factor de potencia depende del fortalecimiento que se realice en la **Eficiencia Energética** esta no es más que:

El conjunto de acciones que permiten optimizar la relación entre la cantidad de energía consumida y los productos y servicios finales obtenidos. Esto se puede lograr a través de la implementación de diversas medidas e inversiones a nivel tecnológico, de gestión y de hábitos culturales en las empresas, instituciones, comercio y hogares. Con igual o superior calidad, sin pérdida de confort y productividad.

(DISNORTE-DISSUR 2009)

Sin embargo lograr una eficiencia energética requiere de implementar **Gestión Energética** esto responde a una conciencia de mejoramiento continuo y al mismo tiempo, están contribuyendo a los programas energéticos del país y al desarrollo sostenible del mismo la cual se puede concebir según Jaramillo H. (1999) citado por Padrón D. & Morales S. como:

Un esfuerzo organizado y estructurado para conseguir la máxima eficiencia en el suministro, conversión y utilización de los recursos energéticos. Esto es, lograr un uso racional de la energía, que permita reducir el consumo de la misma sin perjuicio de la comodidad, productividad, calidad de los servicios y, de un modo general, sin reducir el nivel de vida de los seres humanos.

Así mismo, esta se encuentra estrechamente vinculada con **la administración de la energía** lo que **representa** una de las áreas que toda empresa debe tener en cuenta, definitivamente se necesita un enfoque gerencial, coherente e integral. La experiencia demuestra que los ahorros de energía son significativos y perdurables cuando se trata la energía como un recurso más, bajo el control de la administración de la empresa.

Borroto, et. Al (2005) citado por Padrón D. & Morales S

Para que una empresa sea considerada eficiente en sus procesos y actividades tiene que lograr alcanzar la línea de gestión y administración energética así mismo puntuar positivamente en cuatro ejes tales como:

La **Cultura Energética** esta entendida según Gas Natural Fenosa como “el nivel de información existente en la organización, la formación interna y la política de empresa en el ámbito de la eficiencia energética” debido a que si no se practica esta cultura con mucha dificultad se podrá llegar a comprender y asimilar acciones que contribuyan a la eficiencia energética y por ende no se obtendrán resultados favorables en la administración de la energía.

De igual manera el **Mantenimiento** es otro de los ejes esenciales al abordar este aspecto de eficiencia energética y administración de la energía por lo cual se entiende como el nivel de sensibilidad que tiene la empresa en el mantenimiento de los diferentes equipos utilizados, con el objetivo de alcanzar un rendimiento óptimo de sus equipos, Gas Natural Fenosa (s.f)

Además es de agregar que el **Control Energético** este definido como “el nivel de gestión del gasto energético, a través de la aplicación de métodos de medición y la implantación de procesos administrativos adecuados” es un eje que suma a mejorar la eficiencia administrativa de una empresa.

Gas Natural Fenosa (s.f)

También el alcance de los avances que una empresa pueda lograr se encuentra en dependencia de la Innovación **Tecnológica** que implementa en las instalaciones según Gas Natural Fenosa (s.f) **se** entiende por innovación tecnología como: “el grado de actualización de la empresa en lo que se refiere a los medios técnicos aplicados en las instalaciones, tanto de producción, como de servicios generales”.

Como se ha comentado anteriormente, una instalación eficiente además, de la reducción del consumo eléctrico comporta una reducción de los costos de explotación de la instalación. Para facilitar su comprensión se explica cada uno de los costos de forma detallada.

Para iniciar tenemos los **Costos técnicos** que se entiende según Gas Natural Fenosa (s.f) como “la pérdida de capacidad de transporte y distribución, así como calentamientos (pérdidas por efecto Joule), perturbaciones y caídas de tensión en instalaciones y sistemas eléctricos”. Esto a causa de Puntas de máxima demanda de energía, existencia de potencia reactiva, existencia de corrientes armónicas, líneas con cargas desequilibradas, utilización de receptores no eficientes.

Otro de los costos que se producen en una empresa son los **económicos** los cuales son “propios de una factura no optimizada y el importe consecuencia de los costos técnicos generados. Se pueden clasificar en dos tipos: Costos visibles y Costos ocultos”

Por consiguiente es necesario definir estos dos tipos de costo económico debido a que cada uno posee su particularidad, según Gas Natural Fenosa se entiende por **Costos visibles** Aquellos que se deducen de la interpretación de la factura

eléctrica: Potencia contratada no adecuada, Tarifa eléctrica no adecuada, Consumo horario de energía, Puntas de demanda, Consumo de energía reactiva.

Y se define **Costos ocultos** como:

Todo aquel consumo de energía no necesario. El costo que representa tanto en término de potencia como de energía, de todos aquellos consumos no realmente necesarios o que pueden ser prescindibles durante un cierto tiempo. Todos aquellos que tienen su origen en los costes técnicos y en la utilización de receptores que generen perturbaciones. Estos, no siendo evidentes, pueden representar un gasto importante para la empresa. Se dividen, a su vez, en tres tipos: **Costos en instalaciones eléctricas** (Ampliación de instalaciones como consecuencia de: Sobrecarga de líneas, Sobrecarga de transformadores, Pérdidas económicas por efecto Joule en distribución. Este concepto es especialmente importante en distribución eléctrica y en industrias con grandes distancias de líneas, Averías en máquinas (motores, transformadores, variadores de velocidad, etc.) y equipos de control (ordenadores, PLC); **Costos en procesos productivos** (Paradas de instalaciones, Pérdidas de producto no finalizado y Costes adicionales en horas de mano de obra); **Costos ecológicos**: Las emisiones de CO₂ producidas por el consumo de energía no necesaria o prescindible. Para dar una idea de su magnitud, 1 MW/h generado por energías fósiles comporta una emisión de 1 tonelada de CO₂. Si hablamos de energía eléctrica mixta generada por energías primarias fósiles y renovables el ratio es de apropiadamente 0,6 toneladas de CO₂ por cada MW/h.

Gas Natural Fenosa (s.f)

Además es importante no perder de vista algunos términos imprescindibles para esta auditoria tales como **Normativa de Tarifas** que según la Normativa De Servicio Eléctrico (Resolución No. 006-2000) se define de la siguiente manera: Son las normas que establecen la estructura y la base de las tarifas para el régimen de precio regulado.

Así mismo para la aplicación correcta de las diferentes normativas es necesario conocer los siguientes términos como lo son: El **Consumo** que se define como la energía eléctrica utilizada en un período de tiempo determinado registrada en distintas unidades de acuerdo a los diversos componentes del suministro y **Consumo Promedio** como la sumatoria de los consumos de un período dado dividido entre el total de los períodos. Normativa De Servicio Eléctrico (Resolución No. 006-2000)

Además para la caracterización correcta del sistema y medición de la empresa es necesario definir los tipos de sistemas existentes que según la Normativa De Servicio Eléctrico (Resolución No. 006-2000) son: **Sistema de Distribución Primario** definido como el conjunto de redes de media tensión que se inician en la subestación y en cuyo recorrido suministran energía a los transformadores de distribución de los distintos consumidores y **Sistema de Distribución Secundario** como el conjunto de redes de baja tensión que se inician en el transformador de distribución y abastecen de energía a las acometidas de los distintos puntos de entrega de los clientes o consumidores.

Siguiendo en la línea de la interpretación de normativas y la correcta caracterización del sistema la Normativa de Tarifas (Resolución No. 14 - 2000) define **Bloque Horario** como los efectos tarifarios y conjunto de horas de un día que se consideran agrupadas en un bloque por compartir características similares de consumo y **Capacidad de Suministro Contratada** como la potencia máxima, en kW, promedio de 15 minutos consecutivos, que la Empresa de Distribución acuerda poner a disposición de un cliente con medidores de potencia, en cada punto de entrega. La capacidad de suministro contratada en punta corresponde a la potencia acordada poner a disposición en el bloque horario de punta. La capacidad de suministro contratada fuera de punta corresponde a la comprometida en los horarios fuera del bloque horario de punta.

Por lo tanto así como se usaran las normativas nacionales será importante conocer una de las normativas más sustanciales en el ámbito internacional como lo es la Norma Internacional **ISO 50001 (2011)** que se basa en el marco de mejora continua Planificar-Hacer-Verificar-Actuar e incorpora la gestión de la energía en las prácticas cotidianas de la organización. La norma describe este enfoque brevemente como sigue: **Planificar** como la acción de realizar la revisión y establecer la línea base de la energía, indicadores de rendimiento energético, objetivos, metas y planes de acción necesarios para conseguir resultados de acuerdo con las oportunidades para mejorar la eficiencia energética y la política de energía de la organización. **Hacer** es poner en práctica los planes de acción de la gestión de la energía. **Verificar** como el ejercicio de monitorear y medir los procesos y las características claves de sus operaciones que determinan el rendimiento de la energía con respecto a la política energética y los objetivos e informar los resultados y **Actuar** como la toma de acciones para mejorar continuamente la eficiencia energética.

Es importante tener en cuenta que para la implementación de una auditoria eléctrica es necesario conocer cuatro términos que no pueden faltar como lo es la **Planificación de la Gestión** que según el **Manual de Eficiencia Energética Schneider Electric** es la etapa de planificación lo más importante es el compromiso

de la gerencia de la empresa, pues sin ésta, no se podrán definir políticas energéticas ni se podrán fijar los objetivos de ahorro y eficiencia de la empresa. Además en esta etapa se debe crear un grupo de trabajo con responsabilidades distribuidas para cada una de las fases de implementación y del programa de gestión energética, se debe llevar a cabo la asignación de presupuestos e inversiones y realizar el plan de formación y de trabajo con fechas.

Asimismo una auditoria eléctrica no podría realizarse de manera correcta sin un **Diagnóstico Energético** preciso ya que el objetivo fundamental del diagnóstico es la identificación de medidas de ahorro de energía económicamente rentables, el **Manual de Eficiencia Energética Schneider Electric** lo define como el etapa que permite conocer la situación energética de un determinado equipo, instalación o planta de producción, además permite establecer las bases para la toma de decisiones sobre la implementación de proyectos de mejora. En esta fase es donde se realiza la recolección de datos sobre consumos energéticos, se determinan los puntos críticos, se realizan cálculos energéticos y es posible establecer las medidas de ahorro prioritarias.

Una de las etapas más importantes que supone una auditoria eléctrica es la **Implantación de las Medidas** y el **Manual de Eficiencia Energética Schneider Electric** lo explica de la siguiente manera:

En esta etapa, la dirección toma la decisión para la realización de proyectos y define las especificaciones de los equipos o instalaciones que se deben contratar. Se solicitan cotizaciones a los proveedores de acuerdo a los términos técnicos de referencia para que sean comparables, se definen los criterios de valoración para comparación de las ofertas. Al tomar la decisión se procede al establecimiento de los sistemas de financiación tomando en cuenta los programas de promoción e inversiones y por último se realizan los proyectos de mejoras.

Así mismo, es importante reconocer que cuando la empresa tomas sus decisiones, la creación del Plan de Actuación es un momento esencial para que la implementación de las medidas definidas tengan éxito, entendiendo por Plan de Actuación como:

La dirección establecerá un plan de inversiones con criterios de rentabilidad económico-energética, de calidad y de productividad que garantice el futuro de la empresa. En esta fase se determinará la necesidad o no de apoyo externo y se hará búsqueda de sistemas y ayudas para la financiación de las inversiones.

Manual de Eficiencia Energética Schneider Electric

Etapa 1

Generalidades

1.1 Recopilación de Datos en el Recorrido de la Planta

Este acápite abarca el reconocimiento preliminar del edificio, estudio previo de su geometría, distribución espacial y orientación, las instalaciones industriales y de proceso del que disponen así como los equipos, los cuales permitieron evaluar la magnitud de los problemas energéticos y planificar las actividades a realizar en las siguientes fases de la auditoría.

AGROSACOS S.A. es una empresa líder en la industria de empaques a nivel nacional, la cual atiende al sector Agrícola en Nicaragua, miembro de la Cámara de Industria de Nicaragua (CADIN), se dedica a elaborar productos agro textiles como Sacos cosecheros livianos, sacos cosecheros pesados, sacos cosecheros impresos, sacos con diseño, saco tejido, sacos de yute, bolsas, mecates, mallas y mangueras a base de polipropileno.

Esta empresa está Ubicada en el kilómetro 13 Carretera Nueva a León, Municipio de Ciudad Sandino, Managua. Con su producción abastece principalmente al sector agrícola, fábricas arroceras, cafetaleras, ingenios azucareros etc.



Imagen 1. Ubicación de AgroSacos S.A

AGROSACOS consta de varias líneas de producción tales como:

- Línea de Extrusión.
- Línea de Plancha y Estiramiento.
- Embobinado.
- Tejería.
- Línea de Mecate.
- Sopladora de Bolsas.
- Área de Costura.
- Cortadora de Sacos.
- Área de Imprenta Saco a Saco y Rollo a Rollo
- Área de Confección y Corte.
- Zona Enumeradora.
- Empaque
- Reciclaje
- Taller
- Bodega
- Oficinas

1.2 Memoria descriptiva de la producción

1.2.1 Obtención de la materia prima

El proceso inicia con la obtención de la materia prima llega en contenedores para luego ser utilizada en el proceso extrusión. La materia prima que se utilizan normalmente para la elaboración de los sacos es: Polipropileno en estado de resina virgen, carbonato de calcio, pigmentos.

1.2.2 Proceso de extrusión

Agrosacos cuenta con extrusoras donde se elabora la rafia que es embobinada, de la cual se toma un muestreo para llevar un control del peso del producto según las especificaciones requeridas. Las dimensiones de los sacos se los determinan en base a los requerimientos del cliente. La extrusión de polímeros es un proceso industrial mecánico, en donde se realiza una acción de moldeado del plástico, que por flujo continuo con presión y empuje, se lo hace pasar por un molde encargado de darle la forma deseada. (Ver Imagen 2,3 y 4, Anexo)

1.2.3 Proceso de textil

Después del fundido que sale de la cabeza de la extrusora es estirado por dos rodillos cilíndricos directamente situados debajo de la hilera, con lo que se produce un estirado del film de forma que se consigue el espesor deseado, mientras que la presión entre los rodillos lo suelda al sustrato. Seguidamente se refrigera en otro rodillo, se cortan los bordes laterales para conseguir un buen acabado, se hace tiras y se bobina. Esta área cuenta con varios telares, aquí se producen telas de tipo tubular y tela abierta de hasta 4.50m las dimensiones de las telas oscilan entre 30-85 Cm. De ancho. (Ver Imagen 5 y 6, Anexo)

1.2.4 Proceso de impresión

Se cuenta con varias impresoras de 4 colores en el anverso y 2 colores en el reverso, pueden imprimir sacos hasta un ancho 30 hasta 85 Cm.

1.2.5 Proceso de laminación

Se cuenta con una máquina de laminación de alta capacidad, donde se realiza el proceso a las telas según las necesidades y requerimientos del cliente.

1.2.6 Proceso de costura

En esta área se cortan rollos impresos, no impresos y convencionales, esta área cuenta con cosedoras automáticas y manuales para un mejor acabado del producto.

1.2.7 Proceso de prensa

En esta área se compacta los sacos en grupos de 500 para sacos grandes y 1000 sacos pequeños y se etiqueta el producto final con la información necesaria con el objetivo de facilitar la logística y transporte del producto además se lleva un control del peso de los bultos.

1.3 Análisis de la Información

El régimen operario presente en AGROSACOS es un horario extendido de Lunes a Domingo 24/7 por lo que su consumo total de energía se divide en toda la semana. Las horas laborables se dividen en tres turnos de 12 h por 24 h.

Régimen de Funcionamiento de la Empresa		Mañana		Tarde		Noche	
Días de la Semana							
	Lunes	6:00 a.m.	12:00 p.m.	1:00 p.m.	6:00 p.m.	6:00 p.m.	6:00 a.m.
	Martes	6:00 a.m.	12:00 p.m.	1:00 p.m.	6:00 p.m.	6:00 p.m.	6:00 a.m.
	Miércoles	6:00 a.m.	12:00 p.m.	1:00 p.m.	6:00 p.m.	6:00 p.m.	6:00 a.m.
	Jueves	6:00 a.m.	12:00 p.m.	1:00 p.m.	6:00 p.m.	6:00 p.m.	6:00 a.m.
	Viernes	6:00 a.m.	12:00 p.m.	1:00 p.m.	6:00 p.m.	6:00 p.m.	6:00 a.m.
	Sábado	6:00 a.m.	12:00 p.m.	1:00 p.m.	6:00 p.m.	6:00 p.m.	6:00 a.m.
	Domingo	6:00 a.m.	12:00 p.m.	1:00 p.m.	6:00 p.m.	6:00 p.m.	6:00 a.m.
Total horas semanales:		168					

Tabla 1. Régimen de funcionamiento de la Empresa

1.4 Características generales del sistema eléctrico.

La carga instalada existente en la Empresa Agro Sacos S.A, es alimentada por un banco de transformadores situado dentro de las instalaciones de la planta de procesos al norte de donde se encuentra el Extruder N°1, y un transformador seco que suministra la conexión 220v, el mismo se encuentra localizado dentro de la planta. A continuación se detalla las características técnicas de los transformadores antes mencionados:

a). Banco de transformadores 3X167 KVA. (ver imagen 7, Anexo)

- Conformado por 3 unidades 1Ø.
- Capacidad: 167 KVA cada unidad.
- Código transformador 1: 69062
- Código transformador 2: 69064
- Código transformador 3: 69063
- Tensión primaria: 7.6/13.2 KV
- Tensión secundaria: 220/440 V
- Conexión: Estrella-Estrella

En este centro de transformación se encuentran conectadas todas las cargas eléctricas que involucra el proceso de fabricación de sacos como son las extrusoras, los bloques de embobinadoras, el área de los telares, el área de imprenta, el área de reciclado. La salida de baja tensión (440V) en los bornes secundarios de este banco de transformadores es de tipo superficial sobre canaletas metálicas, cada fase está compuesta por 3 conductores número 2/0 junto a un conductor neutro 1/0 todos con aislamiento de tipo THHN que llegan a un interruptor termo magnético de 400 A.

b). Transformador seco trifásico de 250 KVA.

- N° de serie: V65417
- Tensión primaria: 480V Δ
- Tensión secundaria: 240V Δ
- Intensidad de corriente en el lado primario: 301 A.
- Intensidad de corriente en el lado secundario: 602 A
- Temperatura máxima de operación: 115°C
- Niveles de tensión según la posición del tap:

- Tap 1-2: 504V
- Tap 2-3: 492V
- Tap 3-4: 480V
- Tap 4-5: 468V
- Tap 5-6: 456V
- Tap 6-7: 444V
- Tap 7-8: 432V

A este transformador se encuentran conectadas las cargas eléctricas correspondientes al área de oficinas y otros equipos que trabajan a un nivel de tensión de 220V.

1.5 Instrumento de Medición

A medida que los sistemas de distribución y las cargas se vuelven más complejos, la posibilidad de sobretensiones transitorias aumenta. Los motores, condensadores y equipos de conversión de energía, como los variadores de velocidad, pueden ser los principales generadores de picos de tensión. Los rayos producidos por tormentas que afectan a líneas exteriores de distribución de alta potencia también causan peligrosos transitorios de alta energía.

Actualmente las empresas, las industrias o cualquier consumidor de energía eléctrica busca optimizar costos para ser más competitivos en el mercado. Para realizar ahorros en los costes se puede actuar sobre un gran número de parámetros, entre ellos el consumo de energía eléctrica. Los analizadores de redes disponen de la más alta tecnología, miden una gran variedad de parámetros eléctricos, con el principal objetivo de obtener el control y la gestión de una instalación, máquina o industria permitiendo optimizar al máximo los costos energéticos.

Estos equipos son analizadores de elevadas prestaciones. Diseñados para ser instalados de forma muy sencilla en cualquier instalación y para que su uso sea totalmente adaptable a cualquier tipo de medida requerida. Disponen de una memoria interna donde se guardan todos los parámetros deseados, totalmente programables. Existe una gran variedad de analizadores los cuales exportan o muestran los parámetros eléctricos directa o indirectamente a través de display y transmiten por comunicaciones todas las magnitudes eléctricas medidas y/o calculadas.

Para el desarrollo óptimo de esta auditoria eléctrica fue necesaria la utilización de equipos medición, los cuales nos dieron información acerca de la calidad en el suministro de energía eléctrica además de la magnitud de cada uno de los parámetros eléctricos del sistema; el equipo utilizado para la realización de este trabajo monográfico es el PowerPad® Modelo 8335, siendo sus características técnicas:

Características:

- Medición de tensiones RMS verdaderas hasta 1000 Vrms CA/CC para sistemas de dos, tres, cuatro o cinco hilos.
- Medición de corrientes RMS verdaderas hasta 6500 Arms (dependiente del sensor)
- Se incluyen marcadores de entrada de colores
- Medición directa de tensión y corriente del neutro
- Medición de frecuencia (sistemas de 40 a 69 Hz).
- Registre y visualice datos de tendencias Con tanta rapidez como un registro por segundo. durante un mes para hasta 25 variables.
- Detección de transitorios en todas las entradas de V e I.
- Medición de corriente de inserción (Inrush).
- Cálculo de factores de cresta para V y A.
- Cálculo del factor K para transformadores.
- Cálculo del flicker de corto plazo.
- Cálculo del desequilibrio de tensiones trifásicas.
- Tres entradas de tensión y tres de corriente.
- Mediciones de armónicos (con referencia al valor fundamental o HMS) para tensión, corriente o potencia, hasta el armónico 500.
- Visualización de secuencias y dirección de armónicos y cálculo global de armónicos
- Visualización de diagramas fasoriales a tiempo real incluyendo módulos y ángulos de fase
- Monitorea el valor promedio de cualquier parámetro, calculado para un intervalo desde 1 segundo hasta 2 horas.
- Medición de potencia activa, reactiva y aparente por fase y Su valor total respectivo
- Cálculo de factor de potencia, factor de potencia de desplazamiento y factor de tangente
- Registro, etiquetado de tiempo y caracterización de la perturbación (sobretensiones, sub tensiones e interrupciones, sobretensión permanente y umbrales de armónicos).
- Memoria interna de registro de tendencias de 2 GB; las memorias de registros, de transitorios y alarmas están separadas.

ESPECIFICACIONES	
MODELO	8335
CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS	
Tasa de muestreo	256 muestras/ciclo
Almacenamiento de datos	Tarjeta SD de 2 GB
Tensión (TRMS)	Fase - Fase: 1000 V; Fase - Neutro: 1000 V
corriente (TRMS)	Pinza MN: 0 A 6 A/120 A o 0/240 A Pinza SR: 0 a 1200A Pinza MR: 0 a 1000 A CA, 0 a 1400A CC MiniFlex: 10 a 1000 A AmpFlez: 10 a 6500 A
Frecuencia (Hz)	40 a 69 Hz
Otras mediciones	kw, kVAR, WA, FP, FPD, kWh, kVARh, kVAh, factor K, flicker
Armónicos	1° a 50°, dirección, secuencia
Fuente de alimentación	Conjunto de baterías de NiMH de 9,6 V recargables (incluido) Fuente de CA externa: 110/230 V CA (50/60 HZ)
Autonomía de la batería	≥ 8 horas con la pantalla encendida; ≤35 horas con la panta a apagada (modo de registro)
CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS	
Puerto de comunicaciones	USB con aislamiento óptico
Pantalla	LCD a color ¼ VGA (320 x 240)
Dimensiones	250 x 200 x 67 mm (9,8 x x pulg.)
Peso	1,95 kg (4,3 Lbs)
Clasificación de seguridad	EN 61010-1 , 600 V CAT IV, Grado de contaminación ambiental 2

Tabla 2. Especificaciones y Característica (Eléctrica y Mecánica) del Medidor

1.5 Tarifas Eléctricas

Existen diferentes tipos de clasificaciones para cada consumidor o demandante de energía eléctrica, quienes son los que a diario son los que consumen la energía generada en las diferentes plantas de generación eléctrica del país, en donde el sector residencial es el mayor consumidor de energía eléctrica del país, seguido por el sector comercial; en Nicaragua la generación de energía eléctrica en su mayoría es a base de Fuel Oil, pero a su vez se tienen plantas Hidroeléctricas, Geotérmicas, Eólicas interconectadas al Sistema de Interconexión Nacional (SIN) y para los sistemas aislados tenemos plantas térmicas e hidroeléctricas mayoritariamente, quienes satisfacen las demandas de energía para los diferentes sectores de consumidores.

Tabla 3. Tarifas Eléctricas

TARIFAS DEL SERVICIO ELECTRICO		
TARIFAS	CODIGO TARIFA	CONCEPTOS
MEDIA TENSION (VOLTAJE PRIMARIO EN 13.8 Y 24.9 kV)		
GENERAL MAYOR Carga contratada mayor de 25 kW para uso general (Establecimientos Comerciales, Oficinas Públicas y Privadas, Centro de Salud Hospitales, etc)	T-2D	TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIO ESTACIONAL Todos los kWh kW de Demanda Máxima
	T-2E	TARIFA BINOMIA CON MEDICION HORARIO ESTACIONAL <u>Cargos por Energía</u> Verano Punta Invierno Punta Verano Fuera de Punta Invierno Fuera de Punta <u>Cargos por Demanda</u> Verano Punta Invierno Punta Verano Fuera de Punta Invierno Fuera de Punta
INDUSTRIAL MEDIANA Carga contratada mayor de 25 y hasta 200 KW para uso Industrial (Talleres, Fábricas, etc.)	T-4D	TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIO ESTACIONAL Todos los kWh kW de Demanda Máxima
	T-4E	TARIFA BINOMIA CON MEDICION HORARIO ESTACIONAL <u>Cargos por Energía</u> Verano Punta Invierno Punta Verano Fuera de Punta Invierno Fuera de Punta <u>Cargos por Demanda</u> Verano Punta Invierno Punta Verano Fuera de Punta Invierno Fuera de Punta
INDUSTRIAL MAYOR Carga contratada mayor de 200 kW para uso Industrial (Talleres, Fábricas, etc)	T-5D	TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIO ESTACIONAL Todos los kWh kW de Demanda Máxima
	T-5E	TARIFA BINOMIA CON MEDICION HORARIO ESTACIONAL <u>Cargos por Energía</u> Verano Punta Invierno Punta Verano Fuera de Punta Invierno Fuera de Punta <u>Cargos por Demanda</u> Verano Punta Invierno Punta Verano Fuera de Punta

		Invierno Fuera de Punta
IRRIGACION Para irrigación de campos agrícolas	T-6C	TARIFA MONOMIA Todos los kWh
	T-6D	TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL Todos los kWh kW de Demanda Máxima
	T-6E	TARIFA BINOMIA CON MEDICION HORARIA ESTACIONAL <u>Cargos por Energía</u> Verano Punta Invierno Punta Verano Fuera de Punta Invierno Fuera de Punta <u>Cargos por Demanda</u> Verano Punta Invierno Punta Verano Fuera de Punta Invierno Fuera de Punta
BOMBEO Para extracción y bombeo de agua potable para suministro público.	T-7C	TARIFA MONOMIA Todos los kWh
	T-7D	TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL Todos los kWh kW de Demanda Máxima
	T-7E	TARIFA BINOMIA CON MEDICION HORARIA ESTACIONAL <u>Cargos por Energía</u> Verano Punta Invierno Punta Verano Fuera de Punta Invierno Fuera de Punta <u>Cargos por Demanda</u> Verano Punta Invierno Punta Verano Fuera de Punta Invierno Fuera de Punta
PEQUEÑAS CONCESIONARIAS Para uso exclusivo de pequeñas distribuidoras de energía eléctrica	TPC	TARIFA MONOMIA Todos los kWh

Etapa 2

Fase de Pre-Diagnostico

En este capítulo se evaluó el consumo teórico y datos de placa de los equipos, permitiendo estimar un primer reparto de consumo y localizar posibles ahorros potenciales. El objetivo de esta etapa es detectar los puntos críticos en cuanto a consumos y malas prácticas.

2.1 Censo de Cargas

El Censo de Carga nos permitió conocer cuánta potencia demanda cada carga instalada, además de conocer los elementos que están conectados en cada área, los kilowatt (KW) totales conectados al tablero, y así poder determinar si la instalación es energéticamente apropiada o debe optimizarse.

Este censo se realizó únicamente en el área de producción de la empresa Agrosacos S.A, siendo esta el área donde se concentra el mayor número de cargas de la empresa. Esta área está dividida en: proceso de extrusión, proceso textil, proceso de impresión, proceso de laminación, proceso de costura, y proceso de prensa.

El detalle de la carga se clasifico por Motores, Iluminación y Climatización:

Tabla 4
Motores

Datos de Placas de los Motores Instalados con Voltaje 220

N°	Aplicación	Fabricante	Tensión nominal (V)	Intensidad Nominal (A)	Potencia Nominal (KW)	HP	Tipo de Motor	Velocidad (RPM)	Tipo de arranque	Año de fabricación
1	Bomba del Tanque 1 Contenedores de Agua	SLO	220	1,15	1,5		3Ø Inductivo	1.090	Δ	2015
2	Bomba del Tanque 2 Contenedores de Agua	SLO	220	1,15	1,5		3Ø Inductivo	1.090	Δ	2015
3	Motor Suministrador de Tela	CHANG YIH ELECTRICAL	220	1,70	0,375		½ Motor C.D	1.800		
4	Motor No. 2 Cortadora de Bolsa	CHANG YIH ELECTRICAL	220	1,70	0,375		½ Motor C.D (Motor paso a paso)	1.800		
5	Motor Teckler Abretelas		220	2,32	0,51					
6	Motor Banda Despachadora Impresora Saco a Saco No.1	GEAR MOTOR	220	3,41	0,75	1	3Ø Inductivo	90	Y	
7	Motor Banda Despachadora Impresora Saco a Saco No.2	GEAR MOTOR	220	3,41	0,75	1	3Ø Inductivo	90	Y	

8	Motor Oscilador de Maquina Cortadora (x7)	JIAN THENG ELECTRICAL	220	21	5,25	1	3Ø Inductivo	1.720	Δ	2009
9	Motor Suministrador de tela de la Maquina Cortadora (x7)	FUKUTA TATUNG	220	29,4	5,25	1	3Ø Inductivo	1.140	Δ	2011
10	Motor de la Medida del Sacode la Maquina Cortadora (x7)	TECO	220	29,4	5,25	1	3Ø Inductivo	1.140	Δ	2011
11	Motor del Martillo de la Maquina Cortadora (X7)	JIA THENG ELECTRICAL	220	21	5,25	1	3Ø Inductivo	1.720	Δ	2009
12	Motor del Módulo de Costura de la Maquina Cortadora (x7)	FUKUTA	220	29,4	5,25	1	3Ø Inductivo	1.140	Δ	2011
13	Motor Banda Transparente de maquina Cortadora	GEAR MOTOR	220	3,41	0,75	1	3Ø Inductivo	90	Y	
14	Motor Maquina de Costura (x10)	TECO	220	17,3	7,5	1	3Ø Inductivo	2.850	Δ	2009
15	Motor Maquina Enumeradora No-1	TECO	220	3,9	0,75	1	3Ø Inductivo	940	Δ	
16	Motor Maquina Enumeradora No.2	GYCO	220	8,7	3,7	5	3Ø Inductivo	1.450	Δ	2001

TOTAL= **178,35** **44,71**

Tabla 5
Datos de Placa de los Motores Instalados con Voltaje 270

N°	Aplicación	Fabricante	Tensión nominal (V)	Intensidad Nominal (A)	Potencia Nominal (KW)	HP	Tipo de Motor	Velocidad (RPM)	Tipo de arranque	Año de fabricación
1	Motor Principal Mecatera SIMA Hilo Fino (3 Motores)		270	102	25,2	11				
TOTAL=				102,00	25,2					

Tabla 6
Datos de Placa de los Motores Instalados con Voltaje 380

N°	Aplicación	Fabricante	Tensión nominal (V)	Intensidad Nominal (A)	Potencia Nominal (KW)	HP	Tipo de Motor	Velocidad (RPM)	Tipo de arranque	Año de fabricación
1	Corredor de la Banda de la Manguera		380	3,7	1,5		3Ø Inductivo	1400	Y	2008
2	Embobinadora Extruder		380	0,38	0,14		3Ø Inductivo		Δ	2006
3	Rodos No 1 de los Telares x 28		380	32,2	12,24		3Ø Inductivo			
4	Rodos No 2 de los Telares x 28		380	32,2	12,24		3Ø Inductivo			
5	Rodos No 3 de los Telares x 29		380	33,35	12,67		3Ø Inductivo			
6	Motor Embobinadoras de la Sopladora 1	GOLDEN SAN LI	380	2,1	1,1	1,5	3Ø Inductivo	800		2004
7	Motor Mezcladora de la 2 Sopladoras		380	6,37	3	4	3Ø Inductivo	1.420	Y	2014
8	Motor Embobinadoras de la Sopladora 2	YINDA	380	2,1	1,1	1,5	3Ø Inductivo	800		2004
9	Motor Principal de la Cortadora de Bolsa	DEDONG	380	3,7	1,5	2	3Ø Inductivo	1.400	Y	2001
10	Motor Fabricadora de Cinchos (3 Motores)		380	5,4	2,05			950		
11	Motor Principal Mecatera Hilo Grueso	ZHEJIANG YONGFA	380	11,6	5,5	7	3Ø Inductivo	1.440	Δ	2007
TOTAL=				133,10	53,04					

Tabla 7
Datos de Placa de los Motores Instalados con Voltaje 440

N°	Aplicación	Fabricante	Tensión nominal (V)	Intensidad Nominal (A)	Potencia Nominal (KW)	HP	Tipo de Motor	Velocidad (RPM)	Tipo de arranque	Año de fabricación
1	Extrusora de Manguera	CYCO	440	36	22	30	3Ø Inductivo	1150	Δ	2011
2	Extrusora de Manguera	YHZKB	440	19	5.5		3Ø Inductivo	1728	Δ	
3	Embobinador de Manguera	CHIA YU EL	440	2	0.75	1	3Ø Inductivo	700		
4	Bomba de Agua de los 2 Extruder M1	LIANG CHI IND.	440	1.8	0.79	1	3Ø Inductivo	3,400	Y	2006
5	Bomba de Agua de los 2 Extruder M2	LIANG CHI IND.	440	1.8	0.79	1	3Ø Inductivo	3,400	Y	2006
6	Bomba de Pila de Agua	SLO	440	3.2	1.41	2	3Ø Inductivo	3,970	Δ	2015
7	Secador de la Materia Prima Reciclada para Mangueras	COC	440	7.08	4		3Ø Inductivo	3,480	Y	2009
8	Mezclador de Secado	ZHIBAO	440	4.7	2	3	3Ø Inductivo	1,720	Y	
9	Mezclador Extruder 1	TECO	440	4.6	2.2	3	3Ø Inductivo	1,720	Y	
10	Motor Principal (Husilo) Extruder 1		440	87	55		3Ø Inductivo	1,775	Δ	
11	Rodos de Torre Extruder 1		440	6.4	3		3Ø Inductivo	2,880	Δ	2015
12	Recuperador de Orilla Motor 1, Extruder 1	FUKUTA	440	3.56	1.57	2	3Ø Inductivo	1,140	Δ	2012
13	Recuperador de Orilla Motor 2, Extruder 1	FUKUTA	440	3.56	1.57	2	3Ø Inductivo	1,140	Δ	2012
14	Desfibrilador		440	4.3	1.89	3	3Ø Inductivo	1,750		
15	Rodos de Extruder 1	CYCO	440	14	7.5	10	3Ø Inductivo	1,150	Δ	2013
16	Bloque 1 de Embobinador (Oscilador) x 200	LIBIAO	440	780	300		3Ø Inductivo	1,400	Y	2011
17	Bloque 2 de Embobinadora (Oscilador) x 90		440	392.4	198		3Ø Inductivo	1,718	Y	2012
18	Bloque 3 de Embobinadora (Osciladora) Extruder 1	TECO	440	4.3	2.2	3	3Ø Inductivo	1,720		1988
19	Bloque 3 de Embobinadora (Rodos) x 12	HSI	440	13.8	6.07		3Ø Inductivo	800		2012

20	Motor Principal Telares x 28		440	121.8	61.60	3	3Ø Inductivo	1,716	Y	2012
21	Motor Principal Extruder 2		440	60.1	37	50	3Ø Inductivo	1,776	Δ	2012
22	Motor de Vacio de la Tolva Extruder 2		440	3.41	1.5	2				
23	Motor Rodo de Estiramiento Extruder 2		440	19.1	11	15	3Ø Inductivo	1,752	Δ	2012
24	Motor No. 2 Rodo de Estiramiento Extruder 2		440	13	5.72		3Ø Inductivo	1,440	Y	2012
25	Bloque 1 de Embobinadoras (Oscilador) x 160	LIBIAO	440	624	240	2	3Ø Inductivo	1,400	Y	2011
26	Bloque 2 de Embobinadoras (Oscilador) x 160	LIBIAO	440	624	240	2	3Ø Inductivo	1,400	Y	2011
27	Motor Principal Extruder las Bolsas	ZHEJIANG	440	36	22	30	3Ø Inductivo	1,765	Δ	2009
28	Motor de la Sopladora	DEDONG	440	5.8	3	4	3Ø Inductivo	3,470	Y	2009
29	Motor Principal Sopladora No. 2	NANJING KONG TE	440	37.3	22	30	3Ø Inductivo	1,764	Δ	2009
30	Motor Blower Sopladora No. 2	YINDA	440	7.08	4		3Ø Inductivo	3,480	Y	2009
31	Motor Embobinador Abretelas	SHUN YANG	440	4.3	2.2	3	3Ø Inductivo	1,700	Y	2010
32	Motor Suministrador de Abretelas	SHUN YANG	440	1.7	0.75	1	3Ø Inductivo	1,668	Y	2013
33	Motor Rodo de Estiramiento Sopladora No. 2		440	2.3	1.1	1.5	3Ø Inductivo	1,710	Y	2009
34	Motor 2 de Sopladora No. 2 (Calibracion de altura de rodos de estiramiento)		440	1.3	0.57		3Ø Inductivo	1,190	Y	2009
35	Motor Principal Impresora Saco a Saco No. 1	JIA YU ELECTRICAL	440	14.82	7.5	10	3Ø Inductivo	1,720	Y	
36	Motor Embobinadora de Impresora Rollo a Rollo No.1 6 Colores	FAKUTA ELECTRIC	440	3	1.5	2	3Ø Inductivo	1,710	Y	2012
37	Motor Oscilador de Impresora Rollo a Rollo No.1	CHYUN TSEH INDUSTRIAL	440	1.8	0.75	1	3Ø Inductivo	1,720	Y	2012

38	Motor Principal de Impresora Rollo a Rollo No.1	FUKUTA ELECTRIC	440	10	5.5	7.5	3Ø Inductivo	1,750	Y	2012
39	Motor Bomba Hidraulica de Impresora Rollo a Rollo No.1	CHYUN TSEH INDUSTRIAL	440	1.8	0.75	1	3Ø Inductivo	1,750	Y	2012
40	Motor Blower de Secado Rapido Impresora Rollo a Rollo No.1	ELECTRIC BLOWER	440	9.09	4	5	3Ø Inductivo	3,400		
41	Motor Embobinador Impresora Rollo a Rollo No.2	LEESON ELECTRIC	440	3.25	1.5	2	3Ø Inductivo	1,420	Y	2004
42	Motor Oscilador Impresora Rollo a Rollo No.2	TECO	440	0.8	0.75	1	3Ø Inductivo	1,720	Y	2012
43	Motor Principal Impresora Rollo a Rollo No.2	TATUNG CO.	440	12.5	5.5	20.5	3Ø Inductivo	1,450	Y	
44	Motor Bomba Hidraulica Impresora Rollo a Rollo No.2	JIA CHENG ELECTRICAL	440	1.8	0.75	1	3Ø Inductivo	1,720	Y	2001
45	Motor Blower de Secado Rapido Impresora Rollo a Rollo No.2	ELECTRIC BLOWER	440	9.09	4	5	3Ø Inductivo	3,400	Y	2008
46	Motor Oscilador de Impresora Rollo a Rollo No.3	TECO	440	0.8	0.75	1	3Ø Inductivo	1,720	Y	2012
47	Motor Embobinador de Impresora Rollo a Rollo No. 3	FUKUTA	440	3.17	1.39	2	3Ø Inductivo	1,710	Y	2012
48	Motor Principal de Impresora Rollo a Rollo No.3	FUKUTA	440	12.5	7.5	10	3Ø Inductivo	1,750	Y	2011
49	Motor Bomba Hidraulica de Impresora Rollo a Rollo No.3	JIA CHENG ELECTRICAL	440	1.8	0.75	1	3Ø Inductivo	1,720	Y	2001
50	Motor Blower de Secado Rapido Impresora Rollo a Rollo No.3	ELECTRIC BLOWER	440	9.09	4	5	3Ø Inductivo	3,400	Y	2008

51	Motor Principal de Impresora Saco a Saco No.2	HANDSOME ELECTRICAL MACHINERY	440	8.8	4	5	3Ø Inductivo	1,440	Δ	2011
52	Motor Maquina Enfardadora (x3)	XIXUE	440	78.6	45		3Ø Inductivo	1,750	Δ	2004
53	Motor Principal Maquina Recicladora	ZHEJIANG ELECTROMECHANIC	440	60	32		3Ø Inductivo	1,275	Δ	2001
54	Motor Bomba Hidraulica de Maquina Recicladora	JUN TAI ELECTRIC	440	4.8	2.2	3	3Ø Inductivo	1,730	Y	2008
55	Motor Impulsor Maquina Recicladora	JUN TAI ELECTRIC	440	25.5	15	1/2	3Ø Inductivo	1,755	Δ	2008
56	Motor Cortadora de Materia de Recicladora		440	5.5	3	1/2	3Ø Inductivo	1,720	Y	2009
57	Motor del Molino del Area de Reciclado		440	49	30		3Ø Inductivo	1,775	Δ	2009
TOTAL=				3278.20	1446.78					

Tabla 8
Datos de Placa de los Motores Instalados con Voltaje (220/380) (220/440)

N°	Aplicación	Fabricante	Tensión nominal (V)	Intensidad Nominal (A)	Potencia Nominal (KW)	HP	Tipo de Motor	Velocidad (RPM)	Tipo de arranque	Año de fabricación
1	Mezcladora Extruder 2	TECO	220/380	4.6	2.2	3	3Ø Inductivo	1,720	Y	1999
2	Motor de la Tolva (No en Uso)	CPG	220/440	3.40/1.70	0.75	1	3Ø Inductivo	1,730	Δ	
3	Extractor de Orilla de la Extruder 2	FUKUTA	220/440	6.8/3.4	1.5	2	3Ø Inductivo	1,140	Δ	2012
4	Motor Rodo de Estiramiento Sopladora No. 1	ADLLE POWERTRONICC	220/440	2	0.75	1	3Ø Inductivo	1,710	Y	
TOTAL=				6.60	4.45					

En cada uno de las tablas están los datos de placa de las cargas que se conectan a cada uno de los diferentes voltajes que se distribuyen en la empresa. En la tabla que mostraremos se encuentra el resumen de las intensidades y potencias total de los motores:

Voltaje	Intensidad (A)	Potencia (KW)
220	178,35	44,71
270	102	25,2
380	133,1	53,04
440	3278,2	1446,78
(220/380) (220/440)	6,6	4,45
TOTAL	3698,26	1574,18

Tabla 9. Sumatoria de las intensidades y potencias por cada voltaje de los motores

Solo en motores hay una intensidad total de **3,698.26 A**, con una potencia total de **1,574.18 KW**.

Iluminación

La iluminación representa en muchos edificios un porcentaje elevado del consumo eléctrico, así, el porcentaje de energía eléctrica dedicado a iluminación puede llegar a alcanzar en algunos casos más del 50 %.

Sector	% de energía eléctrica dedicada a iluminación
Oficinas	50 %
Hospitales	20-30 %
Industria	15 %
Colegios	10-15 %
Comercios	15-70 %
Hoteles	25-50 %
Residencial	10-15 %

Por tanto, existe un gran potencial de ahorro, energético y económico, alcanzable mediante el empleo de equipos eficientes, unido al uso de sistemas de regulación y control adecuados a las necesidades del local a iluminar.

Tipo de Lámparas Instaladas



Lámparas Fluorescentes tubulares (T8/T12): son lámparas de vapor de mercurio a baja presión de elevada eficacia y vida. Las cualidades de calor y su baja luminancia las hace idóneas para interiores de altura reducida. Ocupan el segundo

lugar de consumo después de las incandescentes, principalmente en oficinas, comercios, locales públicos, industrias, etc.

Niveles de Iluminación

Tabla de mínimos (LUX)

Áreas y clases de local	Mínimo (LUX)	Óptimo (LUX)	Máximo (LUX)
Viviendas			
Dormitorios	100	150	200
Cuartos de aseo	100	150	200
Cuartos de estar	200	300	500
Cocinas	100	150	200
Cuartos de trabajo o estudio	300	500	750
Zonas generales de edificios			
Zonas de circulación y pasillos	50	100	150
Escaleras, roperos, lavabos, almacenes y archivos	100	150	200
Centros docentes			
Aulas y laboratorios	300	400	500
Bibliotecas y salas de estudio	300	500	750
Oficinas			
Oficinas, mecanografiado, salas de proceso, conferencia	450	500	750
Grandes oficinas, CAD, CAM, CAE	500	750	1000
Comercios			
Comercio tradicional	300	500	750
Grandes superficies, supermercados, muestras	500	750	1000
Industria			
Trabajos con requerimientos visuales limitados	200	300	500
Trabajos con requerimientos visuales normales	500	750	1000
Trabajos con requerimientos visuales especiales	1000	1500	2000

Tabla 10. Iluminación por Área

Tabla de Iluminaciones

Área	Tipo de Luminaria		Cantidad	Voltaje (V)	Potencia (W)	Intensidad	Intensidad Total (A)
Extruder	Doble	2	10	110	75	1.36	13.64
Sopladora	Doble	2	4	110	75	1.36	5.45
	Doble	2	1	220	40	0.36	0.36
Área de Compresores	Doble	2	1	110	40	0.73	0.73
Telares Primer Bloque	Doble	2	8	110	40	0.73	5.82
	Doble	2	6	110	75	1.36	8.18
Telares Segundo Bloque	Doble	2	8	110	40	0.73	5.82
	Doble	2	6	110	75	1.36	8.18
Telares Tercer Bloque	Doble	2	12	110	75	1.36	16.36
Confección	Doble	2	8	110	75	1.36	10.91
Costura	Doble	2	9	110	75	1.36	12.27
Imprenta	Doble	2	8	110	75	1.36	10.91
	Doble	2	2	110	40	0.73	1.45
Reciclado	Lámpara Compacta Fluorescente	1	1	120	50	0.42	0.42
	Simple	1	1	110	40	0.36	0.36
Gerencia de Venta	Simple	1	1	110	18	0.16	0.16
G. General	Simple	1	1	110	18	0.16	0.16
Contabilidad	Simple	1	1	110	18	0.16	0.16
Informática/ Secretaria	Simple	1	1	110	18	0.16	0.16
RRHH	Simple	1	1	110	18	0.16	0.16
Subgerencia de Producción	Doble	2	2	110	32	0.58	1.16
Depto. Compra	Doble	2	2	110	32	0.58	1.16
				Total:	1044	16.94	104.02

En la tabla 10, se calculó la intensidad que hay en cada área, para encontrar la intensidad total de iluminación².

² La intensidad total es de 104.02 A, con una potencia total de 1,044W

Aire acondicionado

Un sistema de aire acondicionado, como el nombre lo indica, tiene por objeto acondicionar o climatizar el aire en un determinado lugar o espacio, esto involucra habitualmente el control de la temperatura y de la humedad de un determinado espacio.

Area	Marca de Aire Acondicionado	Cantidad	Potencia (BTU/hr)	Potencia en W	Voltaje (V)	Corriente (A)
Gerencia de Ventas	Split Marca AUX	1	24.000	2.200	220	10
Gerencia General	Split Marca AUX	1	24.000	2.200	220	10
Contabilidad	Split Marca AUX	1	12.000	1.200	110	11
Compras	Split Marca AUX	1	12.000	1.200	110	11
Secretaria	Split Marca AUX	1	12.000	1.200	110	11
Diseño	Split Marca AUX	1	12.000	1.200	110	11
RRHH	Split Marca AUX	1	12.000	1.200	110	11
Control de Calidad	Split Marca AUX	1	12.000	1.200	110	11
Sub Gerente de Produccion	Split Marca AUX	2	12.000	1.200	110	22
Informatica	Split Marca AUX	1	18.000	1.750	220	8
Gerencia de Produccion	Split Marca AUX	1	18.000	1.750	220	8
P=				16.300	A=	
					124	

Tabla 11. Aires Acondicionados

En aire acondicionados tenemos una potencia total de 16,300W, con una intensidad de 124 A.

Si sumamos en cada uno de las corrientes totales en motores, iluminación y aire acondicionado se hace un total de **3,926.28 A**, con una potencia de **1,591.524 KW**. (Ver Tabla 12).

			Sumatoria
Intensidad Total (A)	Motores	3698,26	3926,28
	Iluminacion	104,02	
	A. Acondicionado	124	
Potencia Total (KW)	Motores	1574,18	1591,524
	Iluminacion	1,044	
	A. Acondicionado	16,3	

Tabla 12. Intensidad Total y Potencia Total en el área de Producción de la Empresa

2.1.1 Energía Consumida con la capacidad del Banco de Transformador.

El Banco de transformador como habíamos hablado en la etapa 1, tiene una capacidad instalada de 3 X 167 KVA (Potencia Aparente), para convertirlos a potencia activa, se usan las siguientes formulas:

$$FP = \frac{S}{P}$$

Despejando La Potencia Activa:

$$P = FP * S = 0.85^{**} * 501KVA = 425.85KW$$

Ahora, obtenido la potencia activa del banco de transformadores concluimos que está cargado un 70% de su capacidad nominal de transformación, el cual se dedujo de los datos históricos de facturación del período, noviembre 2015 a octubre 2016, (Ver tabla 13).

Haciendo una vinculación de la capacidad instalada por área de la empresa, como se muestra en la siguiente tabla resumen (Tabla #12)

Potencia Total (KW)	Motores	1574,18	1591,524
	Iluminacion	1,044	
	A. Acondicionado	16,3	

Podemos calcular los porcentajes de relación con respecto a la capacidad total instalada que es de 1,591.52 Kw.

$$\text{Motores} = 1,574.18\text{Kw}/1,591.52 \text{ Kw} = 0.989 = 98.9\%$$

$$\text{Iluminación} = 1.044.00 \text{ Kw}/1,591.52 \text{ Kw} = 0.00065 = 0.0656\%$$

$$\text{Aire acondicionado} = 16.3\text{Kw}/1,591.52 \text{ Kw} = 0.010 = 1.02\%$$

Cargas	Porcentaje
Motores	98.9%
Iluminación	0.656%
Aire Acondicionado	1.02%

Tabla 13

Tomando en cuenta que las demandas media y máximas obtenidas de la facturación y conociendo los porcentajes de aporte de las cargas (ver tabla 13), podemos determinar el aporte de cada área a la demanda del sistema.

Demanda media del sistema en kW = 272.50 kW(Ver tabla 17)

Demanda máxima del sistema en kW = 400.75 kW(Ver tabla 17)

➤ Para Demanda Media:

Motores = $0.989 \times 272.50 = 269.50$ kW

Iluminación = $0.00065 \times 272.50 = 0.17$ kW

Aire acondicionado = $0.010 \times 272.50 = 2.725$ kW

➤ Para Demanda Máxima:

Motores = $0.989 \times 400.75 = 396.34$ kW

Iluminación = $0.00065 \times 400.75 = 0.2604$ kW

Aire acondicionado = $0.010 \times 400.75 = 4.0075$ kW

En la tabla 14, se muestra el resumen de los cálculos anteriores de los aportes que ofrecen con respecto a Demanda Media y Demanda Máxima:

Tabla 14

Aporte Dmed (KW)	Aporte Dmax (KW)
269.50	396.34
0.17	0.26
2.72	4.00

2.2 Sistematización de la Información

AgroSacos S.A posee un contrato con la Distribuidora DISNORTE – DISSUR que posee dichas características:

Razón Social:	INDUSTRIAS DEL CONTINENTE S.A
Dirección:	TEXACO XILOA 100 MTS. NORTE MANO DERECHA
Municipio:	Mateare
Tarifa:	T-4D ³
Numero NISS:	2938460
Potencia Contratada:	200 kw
Tipo de Tarifa:	T-4D
Tensión:	MEDIA TENSION (V. PRIMARIO EN 13.8 Y 24.9 kV)
Periodicidad de Facturación:	Mensual

2.2.1 Pliego Tarifario

Los pliegos tarifarios tienen por objetivo establecer, dentro de cada Contrato de Concesión, las formulas, parámetros e indexaciones que corresponden a cada Empresa de Distribución para las tarifas de distribución de cada grupo de consumidores tipificados. Dichos pliegos deberán cumplir las características y metodologías establecidas en la Normativa Eléctrica.

Las categorías tarifarias se definirán para cada nivel de tensión, para determinados niveles de demanda máxima.

Clasificación tarifaria: Los clientes de las Empresas de Distribución serán clasificados de acuerdo a su modalidad de consumo y potencia máxima demandada, en las siguientes categorías tarifarias:

- A) Tarifa T1: Clientes de pequeñas demandas.
- B) Tarifa T2: Clientes de medianas demandas.
- C) Tarifa T3: Clientes de grandes demandas.
- D) Tarifa T4: Clientes usuarios de la red de distribución, que compran al por mayor de un proveedor distinto de la empresa de distribución.

³ La Tarifa Eléctrica que le dan a un Cliente, varía en función del nivel de tensión y de la cantidad de energía consumida por este.

**El Factor de Potencia es de 0.85, según Normativa Nicaragüense.

Factor de potencia. Las tarifas establecidas en los pliegos tarifarios rigen para el factor de potencia inductivo (Coseno fi) igual o superior a 0.85.

AgroSaco S.A, poseía una tarifa T4-D (en los meses Noviembre 2015 – Julio 2016) Carga contratada mayor de 25 kW hasta 200 KW para uso industrial (Talleres, Fábricas, etc.) y en los meses de Agosto 2016 – Octubre 2016, tienen una tarifa T5-D, Carga contratada para mayores de 200 KW para uso Industrial.

Mes	Tipo de Tarifa
nov-15	T-4D
dic-15	T-4D
ene-16	T-4D
feb-16	T-4D
mar-16	T-4D
abr-16	T-4D
may-16	T-4D
jun-16	T-4D
jul-16	T-4D
ago-16	T-5D
sep-16	T-5D
oct-16	T-5D

Tabla 15. Tarifa Aplicada de los meses analizados.

2.3 Facturación

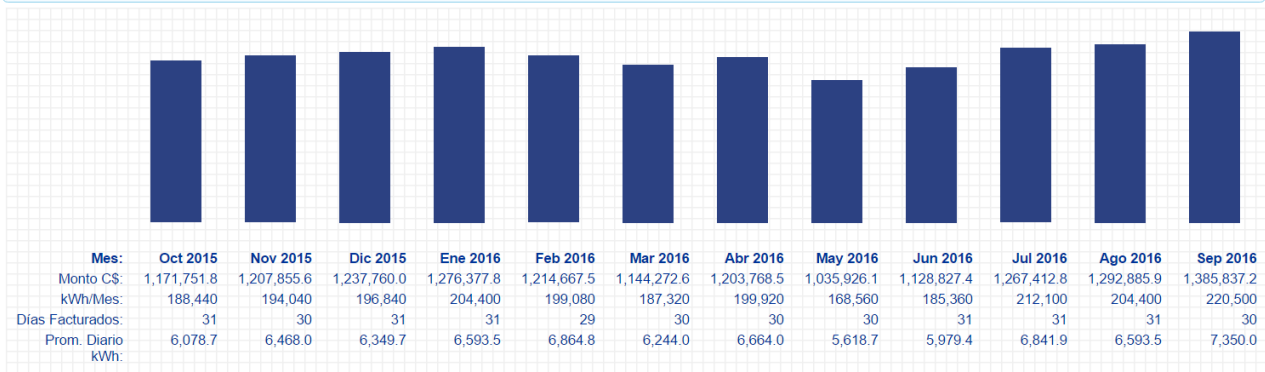
Este estudio de facturación eléctrica comprende un periodo de 12 meses desde noviembre 2015 hasta octubre 2016; con la finalidad de evaluar el comportamiento energético y montos facturados por año. Además se orienta a realizar una optimización de la facturación, comprobando si algunos de los parámetros utilizados para la facturación, puede optimizarse o ajustarse a valores más acordes al consumo de energía que se realiza en AgroSacos S.A, buscando así el consiguiente ahorro económico, en aquellos casos que sean susceptibles de mejora.

MESES	MONTO	CONS. ENERGIA	POTENCIA
28-11-2015	C\$ 1,207,855.57	194,040 KWh	384 KW
29-12-2015	C\$ 1,237,759.96	196,840 KWh	403 KW
29-01-2016	C\$ 1,276,377.78	204,400 KWh	395 KW
27-02-2016	C\$ 1,214,667.54	199,080 KWh	409 KW
29-03-2016	C\$ 1,144,272.63	187,320 KWh	384 KW
28-04-2016	C\$ 1,203,768.49	199,920 KWh	372 KW
28-05-2016	C\$ 1,035,926.12	168,560 KWh	356 KW
28-06-2016	C\$ 1,128,827.44	185,360 KWh	370 KW
29-07-2016	C\$ 1,267,412.75	212,100 KWh	406 KW
29-08-2016	C\$ 1,292,885.87	204,400 KWh	434 KW
28-09-2016	C\$ 1,385,837.19	220,500 KWh	448 KW
29-10-2016	C\$ 1,528,963.00	247,800 KWh	448 KW

Tabla 16. Monto, Consumo de Energía y Potencia Máxima por cada mes (12 meses, del estudio)

Razón Social: S.A INDUSTRIAS DEL CONTINENTE
Dirección: TEXACO XILOA 100MTS NORTE MDERECHA
Municipio: Mateare
Tarifa: T-4D

[Ver histórico detallado](#)



Octubre 2016

Razón Social: S.A INDUSTRIAS DEL CONTINENTE
Operación: Facturación
Fecha Factura: 29-10-2016
Fecha Factura Ant.: 28-09-2016
Días Facturados: 31 días
Tarifa: T-5D
Csmo. Energía: 247800 kWh
Csmo. Reactiva: 91700 kWh
Potencia: 448 kWh

Concepto	Importe C\$
Energia (kWh)	1,073,786.14
Potencia (kW)	224,419.29
Alumbrado Publico	14,854.50
Comercializacion	3,309.42
Regulacion INE	13,163.69
IVA	199,429.96
Total	1,528,963.00

Septiembre 2016

Razón Social: S.A INDUSTRIAS DEL CONTINENTE
Operación: Facturación
Fecha Factura: 28-09-2016
Fecha Factura Ant.: 29-08-2016
Días Facturados: 30 días
Tarifa: T-5D
Csmo. Energía: 220500 kWh
Csmo. Reactiva: 83300 kWh
Potencia: 448 kWh

Concepto	Importe C\$
Energia (kWh)	951,563.35
Potencia (kW)	223,493.76
Alumbrado Publico	14,791.50
Comercializacion	3,295.77
Regulacion INE	11,931.44
IVA	180,761.37
Total	1,385,837.19

Agosto 2016

Razón Social: S.A INDUSTRIAS DEL CONTINENTE
Operación: Facturación
Fecha Factura: 29-08-2016
Fecha Factura Ant.: 29-07-2016
Días Facturados: 31 días
Tarifa: T-5D
Csmo. Energía: 204400 kWh
Csmo. Reactiva: 77700 kWh
Potencia: 434 kWh

Concepto	Importe C\$
Energia (kWh)	879,454.09
Potencia (kW)	215,645.45
Alumbrado Publico	14,735.25
Comercializacion	3,282.62
Regulacion INE	11,131.17
IVA	168,637.29
Total	1,292,885.87

Julio 2016

Razón Social: S.A INDUSTRIAS DEL CONTINENTE
Operación: Facturación
Fecha Factura: 29-07-2016
Fecha Factura Ant.: 28-06-2016
Días Facturados: 31 días
Tarifa: T-5D
Csmo. Energía: 212100 kWh
Csmo. Reactiva: 75600 kWh
Potencia: 406 kWh

Concepto	Importe C\$
Energia (kWh)	894,259.43
Potencia (kW)	194,965.30
Comercializacion	1,961.45
Regulacion INE	10,911.86
IVA	165,314.71
Total	1,267,412.75

Junio 2016

Razón Social: S.A INDUSTRIAS DEL CONTINENTE
Operación: Facturación
Fecha Factura: 28-06-2016
Fecha Factura Ant.: 28-05-2016
Días Facturados: 31 días
Tarifa: T-4D
Csmo. Energía: 185360 kWh
Csmo. Reactiva: 65520 kWh
Potencia: 370 kWh

Concepto	Importe C\$
Energia (kWh)	778,205.28
Potencia (kW)	176,944.99
Alumbrado Publico	14,766.75
Comercializacion	1,953.36
Regulacion INE	9,718.70
IVA	147,238.36
Total	1,128,827.44

Mayo 2016

Razón Social: S.A INDUSTRIAS DEL CONTINENTE
Operación: Facturación
Fecha Factura: 28-05-2016
Fecha Factura Ant.: 28-04-2016
Días Facturados: 30 días
Tarifa: T-4D
Csmo. Energía: 168560 kWh
Csmo. Reactiva: 82040 kWh
Potencia: 356 kWh

Concepto	Importe C\$
Energia (kWh)	705,664.63
Potencia (kW)	169,570.27
Alumbrado Publico	14,706.00
Comercializacion	1,945.56
Regulacion INE	8,918.86
IVA	135,120.80
Total	1,035,926.12

Abril 2016

Razón Social: S.A INDUSTRIAS DEL CONTINENTE
Operación: Facturación
Fecha Factura: 28-04-2016
Fecha Factura Ant.: 29-03-2016
Días Facturados: 30 días
Tarifa: T-4D
Csmo. Energía: 199920 kWh
Csmo. Reactiva: 49840 kWh
Potencia: 372 kWh

Concepto	Importe C\$
Energia (kWh)	841,347.33
Potencia (kW)	178,305.93
Alumbrado Publico	14,800.50
Comercializacion	1,937.54
Regulacion INE	10,363.91
IVA	157,013.28
Total	1,203,768.49

Marzo 2016

Razón Social: S.A INDUSTRIAS DEL CONTINENTE
Operación: Facturación
Fecha Factura: 29-03-2016
Fecha Factura Ant.: 27-02-2016
Días Facturados: 31 días
Tarifa: T-4D
Csmo. Energía: 187320 kWh
Csmo. Reactiva: 64680 kWh
Potencia: 384 kWh

Concepto	Importe C\$
Energia (kWh)	785,175.35
Potencia (kW)	183,323.09
Alumbrado Publico	14,739.75
Comercializacion	1,929.81
Regulacion INE	9,851.68
IVA	149,252.95
Total	1,144,272.63

Febrero 2016

Razón Social: S.A INDUSTRIAS DEL CONTINENTE
Operación: Facturación
Fecha Factura: 27-02-2016
Fecha Factura Ant.: 29-01-2016
Días Facturados: 29 días
Tarifa: T-4D
Csmo. Energía: 199080 kWh
Csmo. Reactiva: 69160 kWh
Potencia: 409 kWh

Concepto	Importe C\$
Energia (kWh)	834,721.08
Potencia (kW)	194,452.96
Alumbrado Publico	14,679.00
Comercializacion	1,921.85
Regulacion INE	10,457.75
IVA	158,434.90
Total	1,214,667.54

Enero 2016

Razón Social: S.A INDUSTRIAS DEL CONTINENTE
Operación: Facturación
Fecha Factura: 29-01-2016
Fecha Factura Ant.: 29-12-2015
Días Facturados: 31 días
Tarifa: T-4D
Csmo. Energía: 204400 kWh
Csmo. Reactiva: 71400 kWh
Potencia: 395 kWh

Concepto	Importe C\$
Energia (kWh)	886,598.84
Potencia (kW)	195,138.65
Alumbrado Publico	15,252.75
Comercializacion	1,914.43
Regulacion INE	10,989.05
IVA	166,484.06
Total	1,276,377.78

Diciembre 2015

Razón Social: S.A INDUSTRIAS DEL CONTINENTE
Operación: Facturación
Fecha Factura: 29-12-2015
Fecha Factura Ant.: 28-11-2015
Días Facturados: 31 días
Tarifa: T-4D
Csmo. Energía: 196840 kWh
Csmo. Reactiva: 68600 kWh
Potencia: 403 kWh

Concepto	Importe C\$
Energia (kWh)	850,285.29
Potencia (kW)	198,274.87
Alumbrado Publico	15,189.75
Comercializacion	1,906.54
Regulacion INE	10,656.56
IVA	161,446.95
Total	1,237,759.96

Noviembre 2015

Razón Social: S.A INDUSTRIAS DEL CONTINENTE
Operación: Facturación
Fecha Factura: 28-11-2015
Fecha Factura Ant.: 29-10-2015
Días Facturados: 30 días
Tarifa: T-4D
Csmo. Energía: 194040 kWh
Csmo. Reactiva: 67480 kWh
Potencia: 384 kWh

Concepto	Importe C\$
Energia (kWh)	834,736.80
Potencia (kW)	188,145.64
Alumbrado Publico	15,129.00
Comercializacion	1,898.65
Regulacion INE	10,399.10
IVA	157,546.38
Total	1,207,855.57

El ahorro que se pretende realizar con el estudio de facturación, no es un ahorro energético, sino más bien la reducción de costos en la facturación según la tarifa aplicada; ya que al seleccionar una tarifa eléctrica adecuada se puede generar una disminución del costo de la energía consumida, en caso que la tarifa actual se encuentre incorrecta. Comprobando los KW consumidos en la tarifa de facturación correspondiente a lo establecido por el Instituto Nicaragüense de Electricidad (INE), para este tipo de consumidor, en caso no suceda y exista alguna anomalía, se harán las recomendaciones pertinentes para AgroSacos S.A, interponga su reclamo antes las instancias correspondientes y se realice el cambio sugerido.

2.3.1 Demandas según Facturación

Demanda Máxima: Se puede definir como la máxima coincidencia de cargas en un intervalo de tiempo. El medidor de energía almacena la lectura correspondiente al máximo valor registrado de demanda (kW) en intervalos de 15 minutos del periodo de facturación.

Las tarifas eléctricas de uso general de baja y media tensión de más de 25 kW contratadas incluyen, además del cargo por consumo (kWh) un cargo por demanda máxima (kW), este aspecto es de suma importancia y requiere un debido control del proceso.

Demanda Media: Es el valle de la demanda que se alcanza en el periodo de tiempo analizado.

$$D_{med} = \frac{P}{(días * h)}$$

Factor de Carga: Es la relación entre la energía demandada y la energía que demandaría la carga en el periodo considerado, si estuviese conectada siempre a su potencia máxima.

$$F_c = \frac{D_{med}}{D_{max}}$$

Meses	Días	Demanda media Kw	Dmax KW	Fc
nov-15	30	269.5	384	0.702
dic-15	31	264.6	403	0.657
ene-16	31	274.7	395	0.696
feb-16	29	286.0	409	0.699
mar-16	31	251.8	384	0.656
abr-16	30	277.7	372	0.746
may-16	30	234.1	356	0.658
jun-16	31	249.3	370	0.674
jul-16	31	285.1	406	0.702
ago-16	31	274.7	434	0.633
sep-16	30	269.5	448	0.602
oct-16	31	333.1	448	0.743
promedio		272.50	400.75	0.680

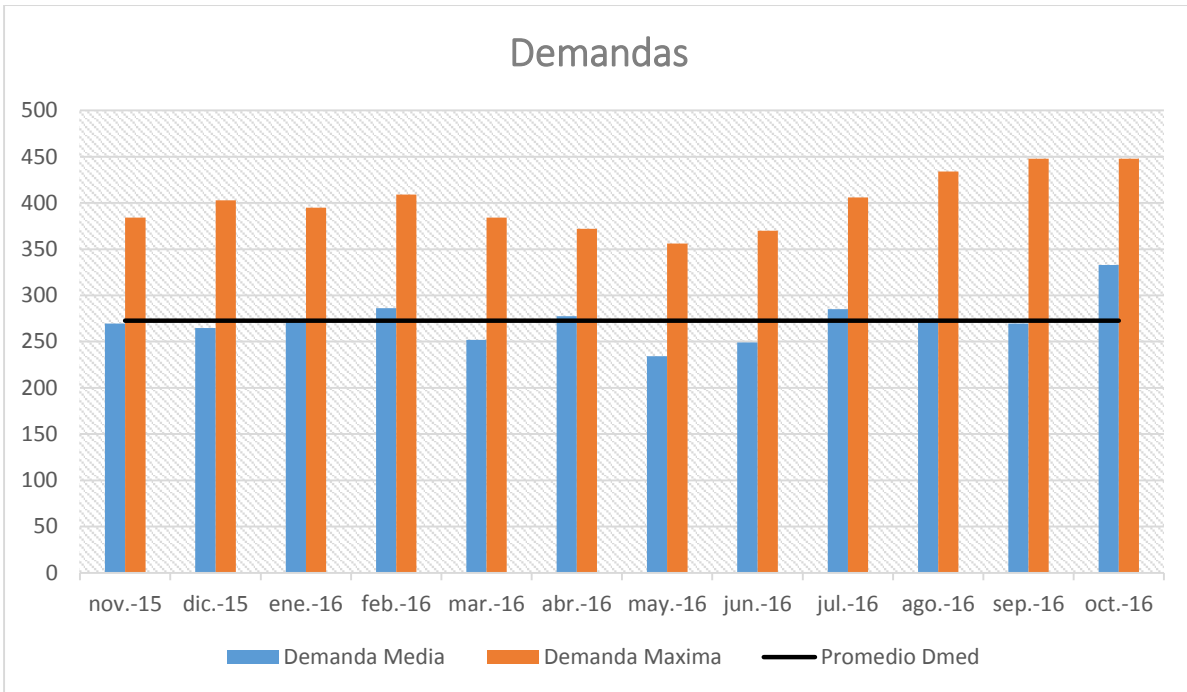
Tabla 17. Demandas máximas y medias consumidas en los meses

Se obtiene como resumen:

Demanda Media = 272.5 kW

Demanda Máxima = 400.7 kW

Factor de Carga= 0.680



En la gráfica se muestra la demanda Media con respecto a la demanda máxima según tarifa de los 12 meses de análisis de facturación.

Etapa 3

Fase de Diagnostico

En esta etapa de diagnóstico y última realizaremos cálculos según lo expuesto en la fase 2, de la tarifa. Para visualizar el cambio de tarifa que hubo en el mes de Agosto 2016 estuvo adecuado. También se analizan las gráficas brindadas por el analizador de redes, a partir del cual se brindarían las debidas recomendaciones.

3.1 Cambio de Tarifa

En este punto analizaremos el mes de Agosto del año 2016 que tiene una tarifa T-5D, pasándolo con una tarifa T-4D.

Tipo de Tarifa:	T4-D
-----------------	------

Fechas de Lecturas (Facturación):

Fecha del Mes Anterior:	29/07/2016
Fecha del Mes Actual:	29/08/2016
Días Facturados:	31

31 días facturados

- 3 días del mes de Julio
- 28 días del mes de Agosto

Mediciones del Medidor (Facturación):

Con las mediciones que nos brindan las lecturas de las facturas, calculamos el promedio:

Promedio de Energía= Lectura del Csmo. Energía / días Facturados
 $= 204,400\text{KWh}/31\text{días} = 6,594\text{KWh}$

Promedio de Reactiva= Lectura del Csmo. Reactiva / días Facturados
 $= 77,700\text{KWh}/31\text{días} = 2,506\text{KWh}$

Promedio de Potencia= Lectura del Csmo. Potencia / días Facturados
 $= 434\text{KWh}/31\text{días} = 14\text{KWh}$

	Lectura		Promedio De Lectura	
Csmo. Energía	204400	KWh	6594	KWh
Csmo. Reactiva	77700	KWh	2506	KWh
Potencia	434	KWh	14	KWh

Pliego Tarifario del Mes de Julio del 2016

Tarifas del Mes Anterior			
Energía (C\$/KWh)	Potencia (C\$/KW-mes)	Alumbrado Público C\$/mes	Comercialización C\$
4.4798	510.0324	637.4101	1999.7943

Pliego Tarifario del Mes de Agosto del 2016

Tarifas del Mes Actual			
Energía (C\$/KWh)	Potencia (C\$/KW-mes)	Alumbrado Público C\$/mes	Comercialización C\$
4.1915	477.2069	596.3867	1969.5709

Teniendo el costo de la energía y potencia de cada mes, y el promedio de cada lectura de los medido. Podemos calcular el consumo de cada mes:

➤ Csmo. Del Mes Anterior (Julio)

$$\text{Energía} = (\text{Promedio de Energía} * \text{días de facturación del mes}) * \text{costo de la energía}$$

$$= (6,594\text{KWh} * 3\text{días}) * 4.4798 \text{ C\$/KWh} = \text{C\$}88,613.3$$

$$\text{Potencia} = (\text{Promedio de Potencia} * \text{días de facturación del mes}) * \text{costo de potencia}$$

$$= (14\text{KWh} * 3\text{días}) * 510.0324 \text{ C\$/KW-mes} = \text{C\$}21,421.4$$

➤ Csmo. Del Mes Actual (Agosto)

$$\text{Energía} = (\text{Promedio de Energía} * \text{días de facturación del mes}) * \text{costo de la energía}$$

$$= (6,594\text{KWh} * 28\text{días}) * 4.1915 \text{ C\$/KWh} = \text{C\$}773,832.0$$

$$\text{Potencia} = (\text{Promedio de Potencia} * \text{días de facturación del mes}) * \text{costo de potencia}$$

$$= (14\text{KWh} * 28\text{días}) * 477.2069 \text{ C\$/KW-mes} = \text{C\$}187,065.1$$

Consumo del mes Anterior	
Energía (C\$)	88613.3
Potencia (C\$)	21421.4

Consumo del mes Actual	
Energía (C\$)	773832.0
Potencia (C\$)	187065.1

Obteniendo los consumos de la energía y de potencia por cada mes, se suman y da como resultado:

Factura a Pagar	
Energía	C\$862,445.36
Potencia	C\$208,486.47

	Tarifa T5-D	Tarifa T4-D	Diferencia	Incremento
Energía	C\$879,454.09	C\$862,445.36	C\$17,008.73	1.93%
Potencia	C\$215,645.45	C\$208,486.47	C\$7,158.98	3.32%

En este último cuadro obtenemos, que al cambiarse la tarifa de T5-D a T4-D el costo de energía incrementó un 1.93% (C\$17,008.73) y el costo de Potencia aumenta un 3.32% (C\$7,158.98).

Aunque si nos vamos a las Demanda Máximas (Tabla 17), observamos que en el mes de agostos consumió de potencia 434 KWh, según Normativas Tarifaria la T4-D es para los que consumen de 25KWh hasta los 200KWh y la T5-D es para los que consumen más de 200KWh. Por ende, está bien que hayan cambiado de tarifa.

Ahora sí, consideremos que la empresa AgroSaco S.A baja su consumo de potencia a 200KWh. Obtendremos como resultado que ahorrarán más del 55% en el pago de potencia en la facturación, que viene siendo económicamente C\$119,568.74.

3.2 Costo Técnico Económico Basado en el Costo del Saco

En AgroSaco S.A se produce Sacos hecho de Polipropileno a un costo de U\$ 0.8 cada uno, donde parte de este costo la componente de energía representa un 15%, de tal manera que una reducción en la tarifa de un 35%. Índice en una reducción de:

U\$ 0.8 ---- 100

U\$ X ----- 0.65

$$U\$ X = (0.8 * 0.65) / 100 = U\$ 0.52$$

$$\text{Reducción} = U\$ 0.8 - 0.52 = U\$ 0.28$$

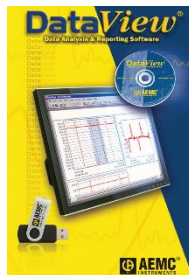
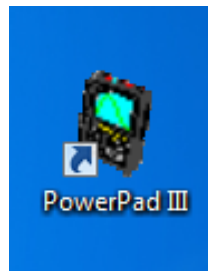
$$\% = (0.28 / 0.8) * 100 = 35\%$$

Obtenido el resultado, se define que si reducimos tarifa en un 35% el costo del saco bajara a U\$ 0.28 cada unidad.

3.3 Programas y mediciones del Analizador de Redes

Estos son los dos programas que se utilizan para ver y descargar la información del analizador de red.

1. Powerpad III
2. Dataview.



Este programa nos da la facilidad de hacer la interconexión del analizador y la computadora para de este modo poder visualizar la información.

Una vez que se entra al programa se nos desplegara esta imagen la que nos indica detalladamente. Que es lo que necesitamos si solo la queremos ver la información si la queremos descargar o imprimir.

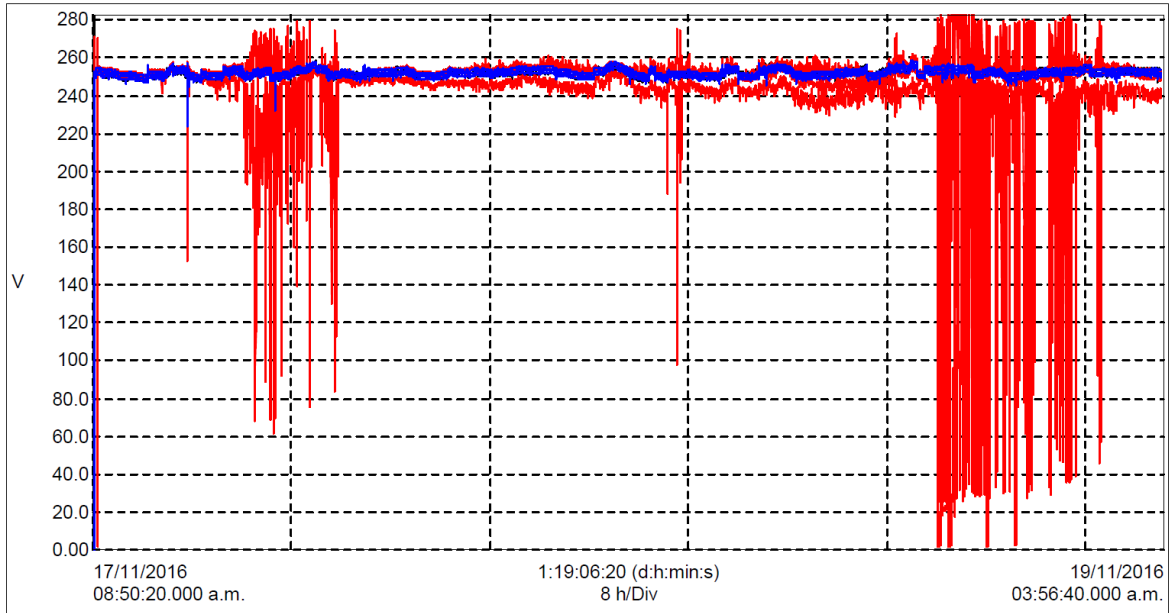
Con el siguiente programa se realiza la parte de ver detalladamente la información por ejemplo si queremos ver solo una fase o solo en neutro.

3.4 Análisis de la calidad de energía de la empresa AgroSaco S.A

Durante el periodo del 17 al 19 de noviembre 2016, se instaló el equipo analizador de redes Power Pad III, en las tres fases del panel principal de la empresa, ubicada en el área de producción de la empresa. (Ver Imagen 10,11 y 12, Anexo)

Gráfica #1 registro de voltaje por fase

Nombre	Fecha	Hora	PROM	MIN	MAX	Unidades	Duración	Unidades
V1-N rms	17/11/2016	08:50:20.000 a.m.	252.066	0.000	258.900	V	1:19:06:40	(d:h:min:s)
V2-N rms	17/11/2016	08:50:20.000 a.m.	249.139	0.000	284.400	V	1:19:06:40	(d:h:min:s)
V3-N rms	17/11/2016	08:50:20.000 a.m.	251.971	0.000	258.700	V	1:19:06:40	(d:h:min:s)



V1-N rms (V)						
Fecha	Hora	Val	MIN	MÁX	Unidades	
17/11/2016	08:50:40.000 a.m.	0.0000	0.0000	0.0000	V	
17/11/2016	08:51:00.000 a.m.	0.0000	0.0000	0.0000	V	
17/11/2016	08:51:20.000 a.m.	0.0000	0.0000	0.0000	V	
17/11/2016	08:51:40.000 a.m.	0.0000	0.0000	0.0000	V	
17/11/2016	08:52:00.000 a.m.	0.0000	0.0000	0.0000	V	
17/11/2016	08:52:20.000 a.m.	0.0000	0.0000	0.500	V	
17/11/2016	08:52:40.000 a.m.	29.700	0.0000	48.500	V	
17/11/2016	08:53:00.000 a.m.	37.400	35.500	38.700	V	
17/11/2016	08:53:20.000 a.m.	45.200	37.400	51.700	V	
17/11/2016	08:53:40.000 a.m.	198.70	47.800	229.90	V	
17/11/2016	08:54:00.000 a.m.	246.00	218.80	253.40	V	
17/11/2016	08:54:20.000 a.m.	251.90	249.80	253.60	V	
17/11/2016	08:54:40.000 a.m.	252.00	250.20	253.40	V	
17/11/2016	08:55:00.000 a.m.	251.80	250.00	253.40	V	

17/11/2016 - 08:50:20.000 a.m.

Valor

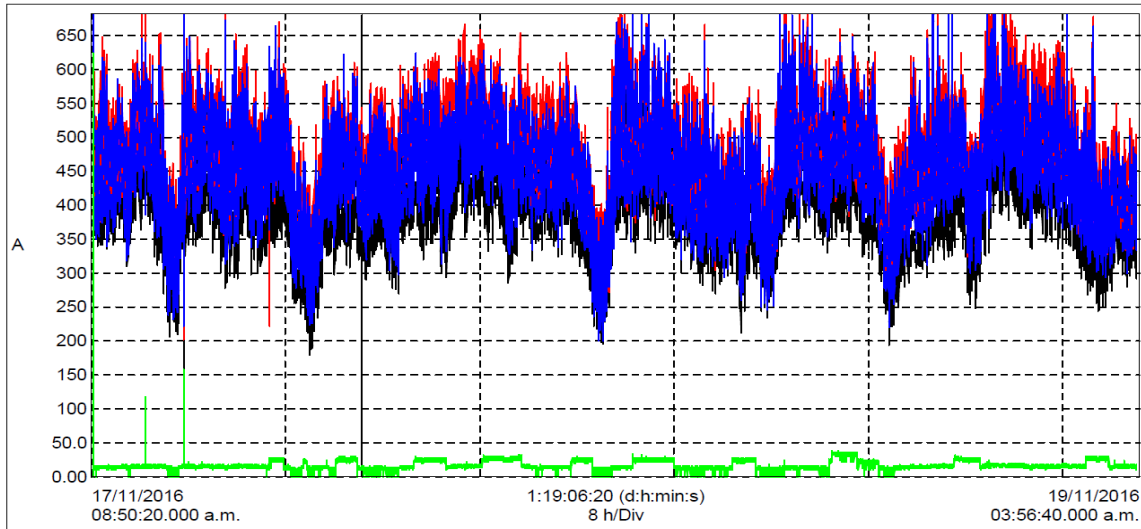
0.000 — V1-N rms

0.000 — V2-N rms

0.000 — V3-N rms

Gráfica #2 registro de corriente por fase

Nombre	Fecha	Hora	PROM	MÍN	MÁX	Unidades	Duración	Unidades
A1 rms	17/11/2016	08:50:20.000 a.m.	0.413	0.074	1.187	A	1:19:06:40	(d:h:min:s)
A2 rms	17/11/2016	08:50:20.000 a.m.	0.470	0.202	1.323	A	1:19:06:40	(d:h:min:s)
A3 rms	17/11/2016	08:51:00.000 a.m.	0.445	0.000	1.067	A	1:19:06:00	(d:h:min:s)
AN rms	17/11/2016	08:51:00.000 a.m.	18.058	0.000	623.400	A	1:19:06:00	(d:h:min:s)



A1 rms (A)					
Fecha	Hora	Val	MÍN	MÁX	Unidades
17/11/2016	08:50:40.000 a.m.	371.10	328.50	410.50	A
17/11/2016	08:51:00.000 a.m.	373.90	325.50	419.00	A
17/11/2016	08:51:20.000 a.m.	382.90	335.50	410.50	A
17/11/2016	08:51:40.000 a.m.	391.10	354.50	459.50	A
17/11/2016	08:52:00.000 a.m.	397.90	367.00	440.00	A
17/11/2016	08:52:20.000 a.m.	408.80	365.50	462.00	A
17/11/2016	08:52:40.000 a.m.	404.10	362.50	442.00	A
17/11/2016	08:53:00.000 a.m.	415.30	371.00	515.50	A
17/11/2016	08:53:20.000 a.m.	418.30	378.00	464.00	A
17/11/2016	08:53:40.000 a.m.	395.40	338.50	479.00	A
17/11/2016	08:54:00.000 a.m.	401.70	369.00	475.00	A
17/11/2016	08:54:20.000 a.m.	405.80	359.50	543.50	A
17/11/2016	08:54:40.000 a.m.	416.70	360.50	494.50	A
17/11/2016	08:55:00.000 a.m.	429.50	377.00	488.50	A

17/11/2016 - 07:59:00.000 p.m.

Valor
 413.1 — A1 rms
 481.6 — A2 rms
 433.7 — A3 rms
 13.30 — AN rms

La corriente por fase $I_1 = 413.1\text{ A}$, $I_2 = 481.6\text{ A}$, $I_3 = 433.7\text{ A}$, $I_N = 13.30\text{ A}$

$$\bar{X} = \frac{(413.1 + 481.6 + 433.7)}{3} = 442.8\text{ A}$$

Calcular los valores porcentuales de desbalance de las tres fases y compararlo con el valor promedio, utilizando la fórmula del error porcentual y del valor promedio

$$\%Total = \frac{13.30}{442.8} * 100 = 3\%$$

Error Porcentual= ((Valor promedio – Valor de la fase)/Valor promedio)*100

$$F_1 = \left(\frac{442.8 - 413.1}{442.8} \right) * 100 = 6.7\%$$

$$F_2 = \left(\frac{442.8 - 481.6}{442.8} \right) * 100 = -8.76\%$$

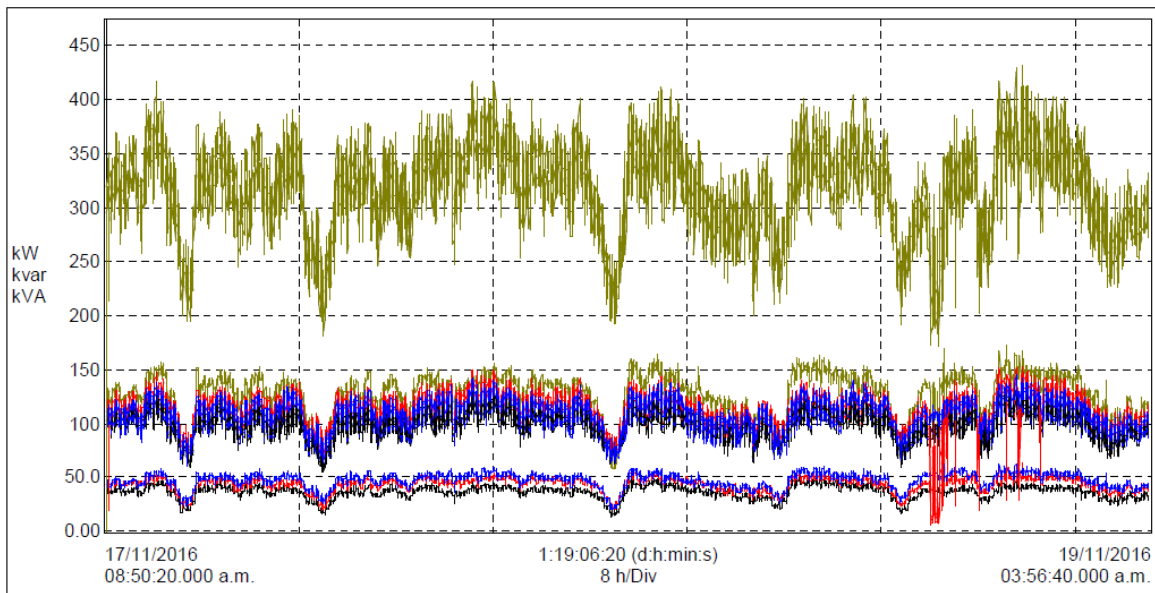
$$F_3 = \left(\frac{442.8 - 433.7}{442.8} \right) * 100 = 2\%$$

Si comparamos los porcentajes de desbalances de las tres fases, concluimos que estas son menores al 10%, establecido en el CIEN y Normativa de Servicio Eléctrico NSE 8.1.2⁴

Gráfica #3 registro de potencia por fase

En esta gráfica se puede observar que la potencia máxima total es la que está consumiendo del banco de transformadores.

Nombre	Fecha	Hora	PROM	MIN	MAX	Unidades	Duración	Unidades
N1 (var)	17/11/2016	08:50:20.000 a.m.	36.402	0.000	58.150	var	1:19:06:40	(d:h:min:s)
N2 (var)	17/11/2016	08:50:20.000 a.m.	43.486	0.000	62.900	var	1:19:06:40	(d:h:min:s)
N3 (var)	17/11/2016	08:51:00.000 a.m.	47.179	0.000	62.533	var	1:19:06:00	(d:h:min:s)
NT (var)	17/11/2016	08:50:20.000 a.m.	127.822	0.000	173.351	var	1:19:06:40	(d:h:min:s)
P1 (W)	17/11/2016	08:50:20.000 a.m.	96.466	-1.145	130.725	W	1:19:06:40	(d:h:min:s)
P2 (W)	17/11/2016	08:50:20.000 a.m.	107.001	0.000	141.758	W	1:19:06:40	(d:h:min:s)
P3 (W)	17/11/2016	08:51:00.000 a.m.	100.365	0.000	133.063	W	1:19:06:00	(d:h:min:s)
PT (W)	17/11/2016	08:50:20.000 a.m.	303.806	-1.145	402.514	W	1:19:06:40	(d:h:min:s)



⁴ La Empresa de Distribucion suministrara la energía eléctrica a los voltajes nominales descritos a continuación, con variación de +/- 8% en el punto de entrega al cliente.

N1 (var) (var)				
Fecha	Hora	Val	Unidades	
17/11/2016	08:50:40.000 a.m.	0.0000	var	
17/11/2016	08:51:00.000 a.m.	0.0000	var	
17/11/2016	08:51:20.000 a.m.	0.0000	var	
17/11/2016	08:51:40.000 a.m.	0.0000	var	
17/11/2016	08:52:00.000 a.m.	0.0000	var	
17/11/2016	08:52:20.000 a.m.	0.0000	var	
17/11/2016	08:52:40.000 a.m.	9.8710	k var	
17/11/2016	08:53:00.000 a.m.	15.434	k var	
17/11/2016	08:53:20.000 a.m.	18.676	k var	
17/11/2016	08:53:40.000 a.m.	58.150	k var	
17/11/2016	08:54:00.000 a.m.	48.462	k var	
17/11/2016	08:54:20.000 a.m.	35.952	k var	
17/11/2016	08:54:40.000 a.m.	36.172	k var	
17/11/2016	08:55:00.000 a.m.	39.108	k var	

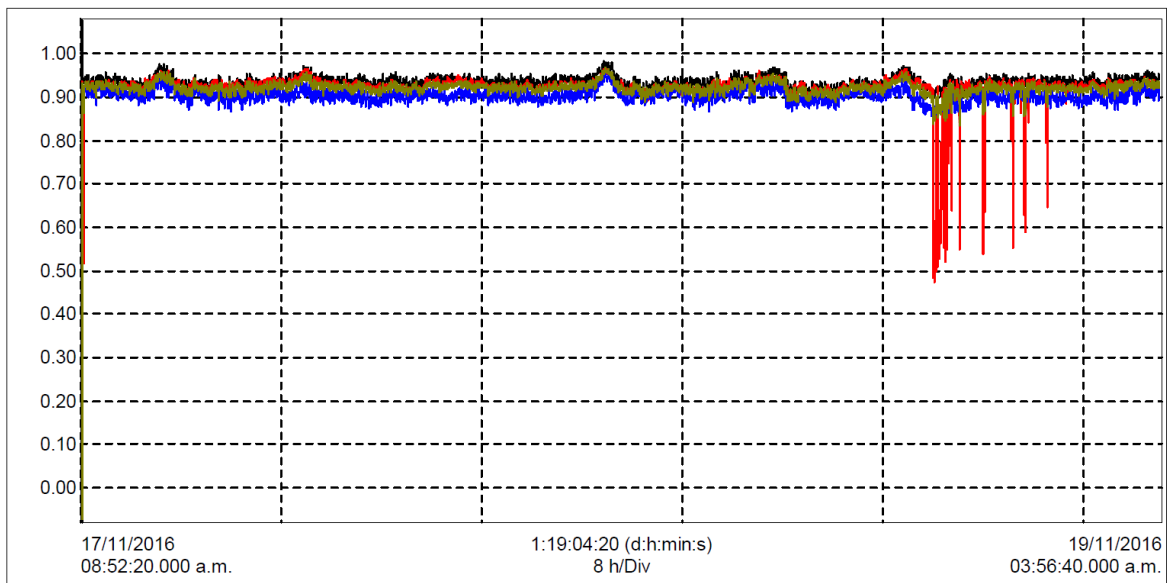
17/11/2016 - 08:50:20.000 a.m.

Valor

0.000 — P1 (W)
0.000 — P2 (W)
0.000 — P3 (W)
0.000 — PT (W)
0.000 — N1 (var)
0.000 — N2 (var)
0.000 — N3 (var)
0.000 — NT (var)
0.000 — S1 (VA)
0.000 — S2 (VA)
0.000 — S3 (VA)
0.000 — ST (VA)

Gráfica #4 registro de factor de potencia por fase

Nombre	Fecha	Hora	PROM	MIN	MAX	Unidades	Duración	Unidades
PF1	17/11/2016	08:52:20.000 a.m.	0.935	-0.072	0.982		1:19:04:40	(d:h:min:s)
PF2	17/11/2016	08:53:00.000 a.m.	0.922	0.475	0.969		1:19:04:00	(d:h:min:s)
PF3	17/11/2016	08:53:40.000 a.m.	0.904	0.671	0.961		1:19:03:20	(d:h:min:s)
PFT	17/11/2016	08:52:20.000 a.m.	0.921	-0.072	0.967		1:19:04:40	(d:h:min:s)



PF1 ()			
Fecha	Hora	Val	Unidades
17/11/2016	08:52:40.000 a.m.	-27.000	m
17/11/2016	08:53:00.000 a.m.	-72.000	m
17/11/2016	08:53:20.000 a.m.	1.0000	m
17/11/2016	08:53:40.000 a.m.	0.485	
17/11/2016	08:54:00.000 a.m.	0.838	
17/11/2016	08:54:20.000 a.m.	0.936	
17/11/2016	08:54:40.000 a.m.	0.938	
17/11/2016	08:55:00.000 a.m.	0.931	
17/11/2016	08:55:20.000 a.m.	0.937	
17/11/2016	08:55:40.000 a.m.	0.945	
17/11/2016	08:56:00.000 a.m.	0.940	
17/11/2016	08:56:20.000 a.m.	0.939	
17/11/2016	08:56:40.000 a.m.	0.936	
17/11/2016	08:57:00.000 a.m.	0.937	

17/11/2016 - 08:52:20.000 a.m.

Valor

-27.00m — PF1
0.875 — PF2
0.671 — PF3
-27.00m — PFT

3.4 Recomendaciones

Iluminación

- Mejorar los niveles de iluminación de los puestos de trabajo, lo que permitirá que los colaboradores ejecuten sus labores de forma eficiente y segura, el cual es de mucha importancia por la actividad que realizan.
- El cambio de una instalación de alumbrado existente por una energéticamente más eficiente (sistemas de control, lámparas más eficientes, etc.) supondrá una inversión inicial pero, en un futuro, los costes de operación y mantenimiento se verán reducidos. (Ver Imagen 15 y 16 Anexo)

Tipo de lámpara	Calificación energética
Fluorescentes , fluorescentes compactas y halogenuro metálico	A y B
Halógenas	C y D
Incandescentes	E y F

- Sustitución de Balastros electromagnéticos en lugar de los electrónicos.
- Sustitución de lámparas fluorescentes T8 y T5.

Se propone la sustitución de las lámparas fluorescentes T8 por lámparas Led compatible con estas últimas.

La tecnología LED es la más efectiva para aplicaciones de interior como oficinas, talleres y colegios. La evolución en la tecnología LED hace que existan suficientes alternativas, tanto en características técnicas como lumínicas, que puedan realizarse sustituciones de fluorescentes T8 por fluorescentes LED sin manipular la propia luminaria.

Se muestra a continuación la equivalencia de potencias:

- TLD Estándar 58W --> Sustitución por LED TUBE 25W
- TLD Estándar 36W --> Sustitución por LED TUBE 21W
- TLD Estándar 18W --> Sustitución por LED TUBE 9W

- Aprovechar la luz natural en interiores.
- Instalación puertas automáticas en accesos de alto tránsito.

Equipos de Climatización.

- Programar los equipos del tipo “split” para que enciendan media hora después de la llegada a la oficina.
- Realizar tareas de mantenimiento y limpieza de filtros en los equipos de aire acondicionado.
- Procurar el correcto hermetismo en las áreas a climatizar.
- Realizar tareas de mantenimiento y limpieza de filtros en los equipos de aire acondicionado.
- Ajuste la temperatura del termostato en 24° C. Es suficientemente confortable y evita la exposición del personal a cambios bruscos de temperatura, reduce el consumo de energía.

Motores.

- Sustituir motores viejos con su eficiencia depreciada por motores nuevos de alta eficiencia NEMA Premium o IE3.
- Realizar el mantenimiento preventivo para descartar cualquier desperfecto.
- Evitar los arranques directos.
- Proporcionar mantenimiento preventivo a los motores.

- Instalar variadores de velocidad en equipos de bombeo para control de presión. a bajas velocidades existe una gran reducción de potencia y por consiguiente, ahorro de energía; una ventaja importante derivada de instalar accionamientos de velocidad variable en bombas y ventiladores. Por ejemplo, una reducción de velocidad del 10% producirá una reducción teórica de potencia del 35%.

Sistema Eléctrico

- Realizar un plan de mantenimiento del transformador, tableros eléctricos y equipos consumidores de energía eléctrica.
- Llevar registro consumo eléctrico (kWh/mes), demanda punta (kW) y los costos asociados a estos, para realizar una mejor toma de decisiones en la optimización del consumo energético del área de Producción.
- Elaborar un Diagrama Unifilar que represente cada área y sus cargas
- Efectuar inspecciones con el fin de identificar aquellos puntos del sistema eléctrico que no cumplen con el Código de instalaciones eléctricas de Nicaragua (CIEN).
- Establecer plan de adquisición de tecnología de alta eficiencia para climatización e iluminación.

Los pasos para realizar el plan de mantenimiento son los siguientes:

- a) Analizar los aspectos organizativos administrativos operativos para el establecimiento de un mantenimiento preventivo de los equipos eléctricos.
- b) Desarrollar el manual de mantenimiento preventivo de los equipos eléctricos.
- c) Redactar el instructivo del mantenimiento preventivo que debe ser desarrollado en los equipos eléctricos.

- d) Establecer los formatos de registros de planificación, supervisión y control del mantenimiento preventivo de los equipos eléctricos.
- e) Realizar el cronograma que indica la frecuencia en que se va a realizar los trabajos de mantenimiento y se delegan las responsabilidades.
- f) Implementar un registro consumo eléctrico (kWh/mes), demanda punta (kW) y los costos asociados a estos, para realizar una mejor toma de decisiones en la optimización del consumo energético del área de Producción.

CONCLUSIONES

La presente auditoria se ha realizado durante el mes de noviembre de 2016 analizando en detalle las posibilidades de ahorro energético en las instalaciones de Agro Sacos S.A.

El estado físico de la instalación eléctrica en los extruder, reciclaje e imprenta no cumplen con las normas técnicas y de seguridad lo cual puede provocar accidentes eléctricos por contactos directos o indirectos de las personas frecuentan estos talleres.

Los niveles de tensión encontrados en paneles eléctricos y cuchillas seccionadoras se encuentran en el rango permitido.

El presente estudio de auditoría energética se ha centrado en las siguientes áreas:

- Suministro eléctrico
- Motores
- Aires Acondicionados.
- Tarifa Eléctrica
- Iluminación

Se han estudiado en detalle un total de 3 propuestas, cuyos resultados energéticos y económicos son suficientemente relevantes y viables para abordar a medio plazo y largo plazo.

Las 3 mejoras estudiadas en detalle son las siguientes:

- Cambio de Tarifa Eléctrica según el pliego aplicado a Agosto 2016.
- Instalación de lámparas fluorescentes T8 y T5.

- Desbalance de cargas en el tablero principal.

Agrosacos dispone de grandes posibilidades de ahorro de energía eléctrica, al aplicar las medidas sugeridas en la presente auditoria eléctrica.

ANEXO

Imagen 2

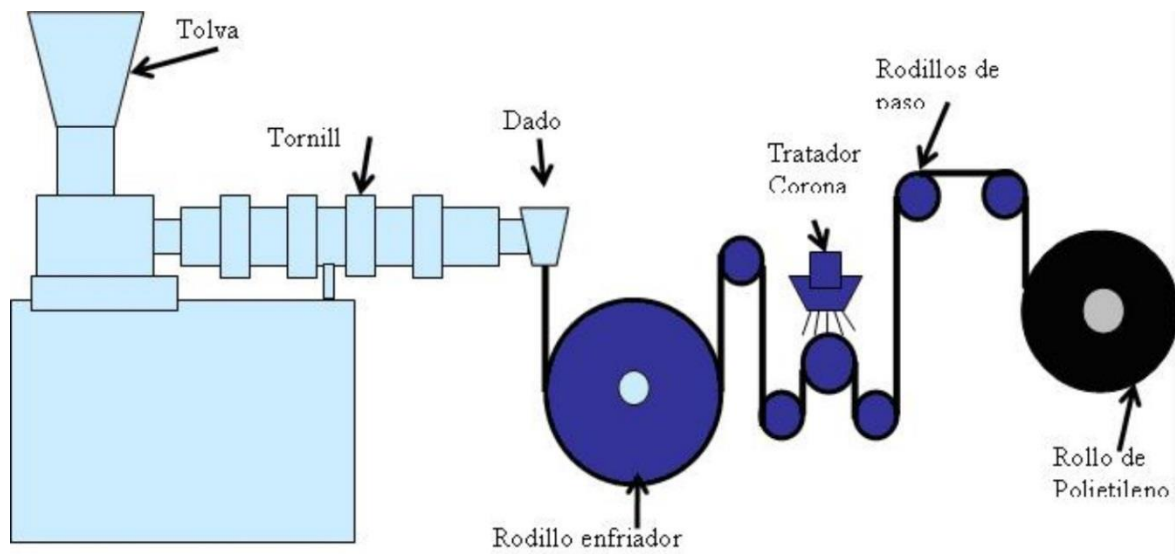


Imagen 3



Imagen 4



Imagen 5

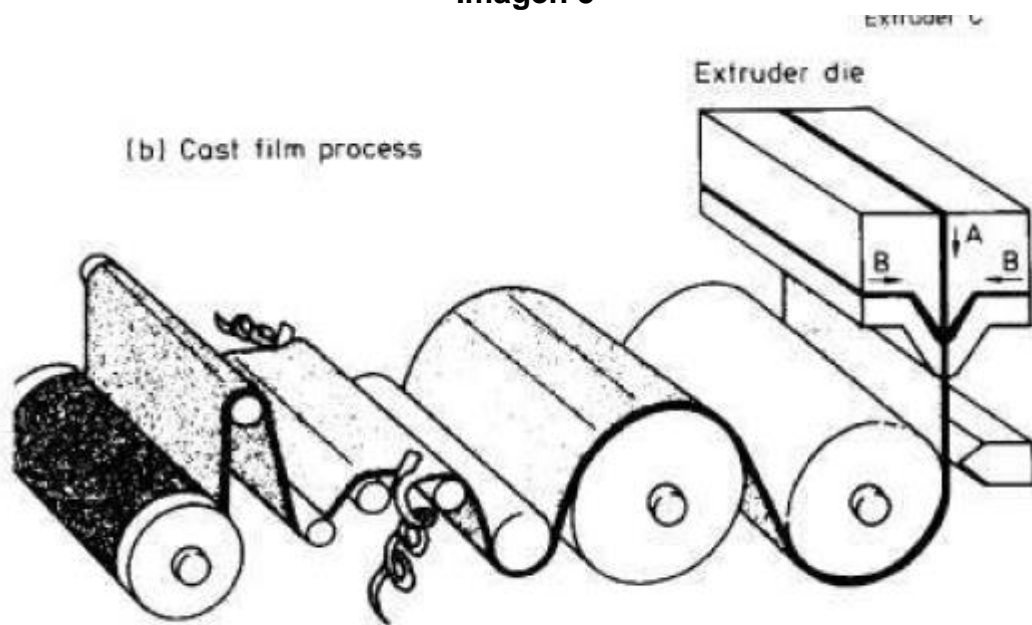


Imagen 6



Imagen 7



OTRAS IMAGENES



Imagen 8

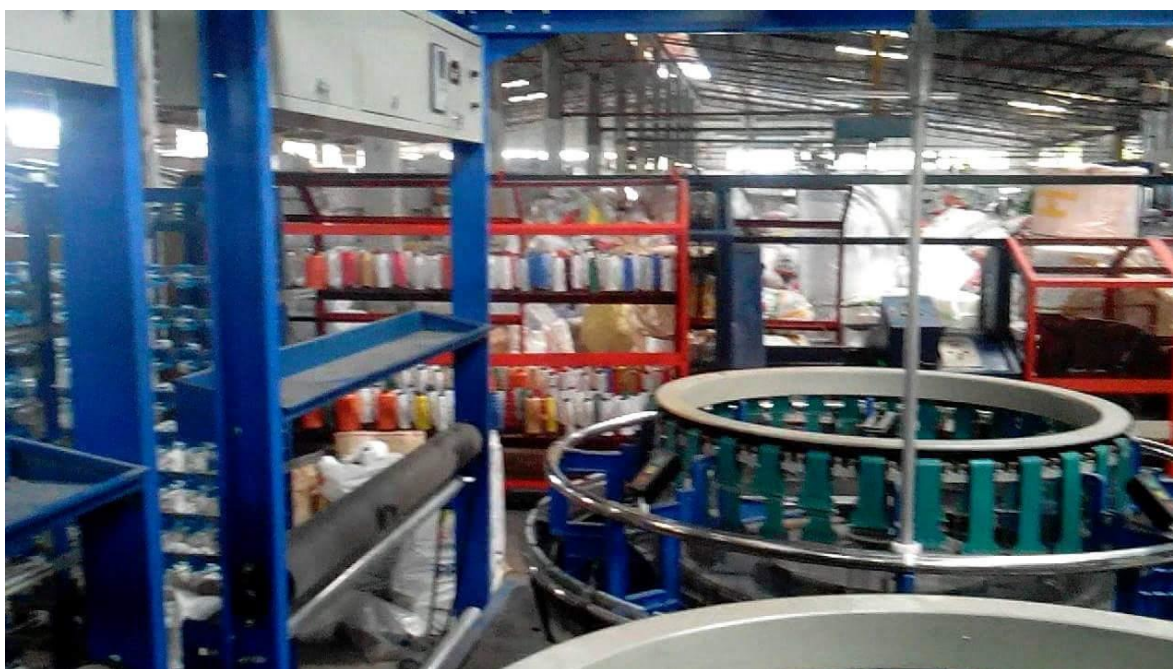


Imagen 9



Imagen 10



Imagen 11



Imagen 12



Imagen 13



Imagen 14



Imagen 16

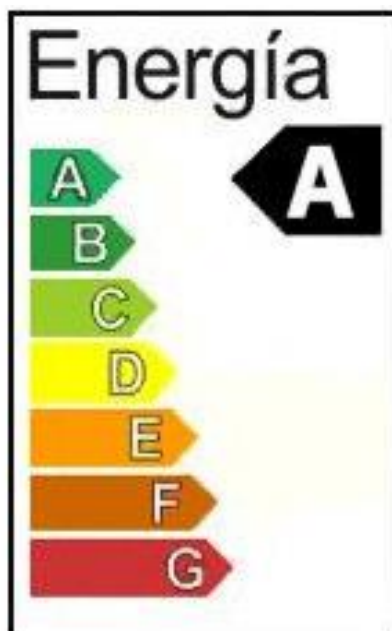


Imagen 17

Hoja de datos de producto

OSRAM

HO 54 W/840

LUMILUX T5 HO | Lámparas fluorescentes de tubo 16 mm, alta salida de luz, con casquillo G5



Áreas de aplicación

- Industria
- Edificios públicos
- Oficinas
- Túneles, pasos subterráneos
- Aparcamientos
- Aplicaciones en exteriores solo en luminarias adecuadas

Beneficios del producto

- Excelente flujo luminoso
- Más económicas hasta en un 20 % que LUMILUX T8
- Hasta un 50 % menos volumen que las lámparas T8 comparables

Características del producto

- Muy buen mantenimiento de lumen: 90 % a lo largo de toda la vida útil de la lámpara
- Largo promedio de vida útil: hasta las 24.000 h (con ECE QUICKTRONIC)
- Buen grupo de reproducción cromática: 1B (R_a : 80...89)
- Regulable

Lista Bibliográfica

Artículo De Pagina Web

Ministerio De Energía Y Minas. (2014). VI Seminario Latinoamericano Y Del Caribe 2014 De Eficiencia Energética. 30/01/2016, de Ministerio De Energía Y Minas. Sitio web:
<http://www.mem.gob.ni/index.php?s=1&idp=174&idt=2&id=778>

Ministerio de Minas y Energía República de Colombia. Unidad de Planeación Minero Energética - UPME, 2007Guía Didáctica Para El Desarrollo De Auditorías Energéticas

Ministerio de Energía y Minas (2001). Normativa De Servicio Eléctrico
<http://www.mem.gob.ni/media/resolucion%20006-2000%20normativa%20de%20servicio%20electrico.pdf>

Budia E. (S.F) Proyecto Fin De Carrera Modelo De Auditoria
http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/8175/PFC_Ernesto_Budia_Sanchez.pdf;jsessionid=2EFE33EDADAED44368D5CE434674F3FF?sequence=1

Junta De Castilla y León (s.f) Manual De Procedimientos Para La Realización De Auditorías Energéticas En Edificios (Tomo I)<http://www.euresp-plus.net/sites/default/files/resource/Manual%20procedimiento%20auditor%C3%ADas%20energ%C3%A9t%20I.PDF>

Gas Natural Fenosa (2012). Estudio de Eficiencia Energética en la Pyme
<http://www.gasnaturalfenosa.com/servlet/ficheros/1297126045058/967%5C181%5CEiee2012,0.pdf>

SINSA (s.f). Eficiencia Energética Soluciones Para La industria. Curso de Auditoria Eléctrica UNI- Universidad Nacional de Ingeniería (2015)

ISO (2011). Gana el desafío de la energía con ISO 50001
http://www.iso.org/iso/iso_50001_energy-es.pdf

Padrón D. & Morales S. (Mayo 2011). Alternativas Para El Mejoramiento De La Gestión Energética Del Hospital Santa Clara E.S.E. Bogotá D.C.– Colombia. Universidad de la Salle.

Schneider Electric (s.f). Eficiencia Energética Manual de soluciones
http://www.schneider-electric.com.ar/documents/solutions/catalogo_soluciones.pdf
Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid (FENERCOM) (s.f). Procedimientos De Auditorías Energéticas En El Sector Industrial De La Comunidad De Madrid
<http://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/guia-de-auditorias-energeticas-en-el-sector-industrial.pdf>

Power and Productivity for Better World (ABB) Cuaderno de aplicaciones técnicas n° 8
Corrección del factor de potencia y filtrado de armónicos en las instalaciones eléctricas
http://campus.fi.uba.ar/pluginfile.php/123653/mod_resource/content/0/abb%20factor%20de%20potencia.pdf

Ine, Instituto Nicaraguense de Energia. Pliego Tarifario
<http://www.ine.gob.ni/pliegos2017.html>

CFE (Comision Federal de Electricidad). Administracion y Control de su Demanda de Energia
<http://www.cfe.gob.mx/Industria/AhorroEnergia/Lists/Ahorro%20de%20energia/Attachments/1/Administraciondelademandadeenergia.pdf>